

장기 카메라트래핑 모니터링 자료를 활용한 도시근교의 고라니 및 멧돼지 일주기성 연구*

한윤하¹⁾ · 신원협²⁾ · 김지환³⁾ · 김도희⁴⁾ · 윤지원^{4,5)} · 이석영⁶⁾ · 김용환⁴⁾ · 이승현^{4,5)} · 송영근⁷⁾

¹⁾서울대학교 환경설계학과 학생 · ²⁾서울대학교 환경계획연구소 연구원 ·

³⁾규슈대학교 아시아 오세아니아 연구소 교수 · ⁴⁾서울대학교 협동과정 조경학 학생 ·

⁵⁾서울대학교 스마트시티글로벌 융합 학생 · ⁶⁾서울대학교 환경설계학과 석사졸업생 ·

⁷⁾서울대학교 환경설계학과 교수

Diel Activity Patterns of Water Deer (*Hydropotes inermis*) and Wild Boar (*Sus scrofa*) in a Suburban Area Monitored by Long-term Camera-Trapping*

¹⁾Han, Youn-Ha · ²⁾Shin, Won-Hyeop · ³⁾Kim, Ji-Hwan · ⁴⁾Kim, Do-Hee ·

^{4,5)}Yun, Ji-Weon · ⁶⁾Yi, Sok-Young · ⁴⁾Kim, Yong-Hwan ·

^{4,5)}Lee, Seung-Hyeon and ⁷⁾Song, Young-Keun

¹⁾Department of Environmental Design, Seoul National University, Student,

²⁾Environmental Planning Institute, Seoul National University, Postdoctoral Researcher,

³⁾Institute for Asian and Oceania Studies, Kyushu University, Japan, Research Assistant Professor,

⁴⁾Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University, Student,

⁵⁾Transdisciplinary Program in Smart City Global Convergence, Seoul National University, Student

⁶⁾Department of Environmental Design, Seoul National University, Graduate of Master's Degree,

⁷⁾Department of Environmental Design, Seoul National University, Professor.

ABSTRACT

This study aimed to figure out diel activity patterns of water deer and wild boar, whose habitat is disturbed by human activity in a suburban area. Photographic data of water deer and wild boar collected by 18 camera traps from January 2021 to November 2022 was categorized into four diel periods (dawn,

* 본 논문은 환경부 한국환경산업기술원의 생태계 기반 탄소흡수원 조성·관리 기술개발사업(RS-2023-00218245)의 지원을 받아 작성되었습니다. 또한 연구의 자료 수집과 정리에 도움을 준 신우림과 진린에게 감사를 전합니다.

First author : Han, Youn-Ha, Department of Environmental Design, Seoul National University, Student,

Tel : +82-2-880-8860, E-mail : gksdbsgk03@snu.ac.kr

Corresponding author : Song, Young-Keun, Department of Environmental Design, Seoul National University, Professor,

Tel : +82-2-880-8860, E-mail : songyoung@snu.ac.kr

Received : 15 February, 2024. **Revised** : 8 April, 2024. **Accepted** : 7 April, 2024

day, dusk, and night), and converted into frequencies per 100 CTD (Camera Trap-Days) for seasonal and spatial diel activity pattern analysis. Water deer exhibited intense nocturnality in fall, and wild boar did in fall and winter. During the fall, water deer's night-time capture rate was the highest (61.9%), and day-time photographic rate was the lowest (13.9%) among other seasons. During the fall and winter, wild boar's night-time photographic rate was relatively high (77.6%, 78.0%, respectively), and day-time photographic rate was relatively low (0.7%, 1.8%) in comparison with other seasons. In spatial diel activity analysis, both water deer and wild boar showed a tendency to avoid humans, especially near trails during day-time hours. The day-time photographic rate of water deer in trail-near group was 12.1% and trail-far group was 24.6%. The day-time photographic rate of wild boar was 3.4%, 5.7%, respectively. Because the diel activity patterns of wildlife reflect human disturbance, this study provides useful ecological information for developing appropriate management plans for the coexistence of water deer and wild boar in suburban areas.

Key words: *Wildlife, Human disturbance, Temporal niche, Seasonal difference, Spatial type*

I. 서론

최근 인간의 생활 공간과 야생동물의 서식지 간의 경계가 모호해짐을 넘어 점차 겹쳐지는 상황이 발생하고 있다. 이러한 물리적 공간의 중첩은 두 집단 사이의 상호작용을 증가시킨다. 증가한 상호작용으로 인해 발생하는 야생동물과의 충돌과 이로 인한 피해를 예방 또는 최소화하기 위해서는 야생동물에 대한 관리 및 대응 방안이 요구된다. 효과적인 대응책은 야생동물에 관한 생태적 지식을 바탕으로 할 때 마련될 수 있다 (Lee et al, 2022). 따라서 인간과 야생동물의 충돌을 완화하고 적절한 공존 방안을 찾기 위해 야생동물의 생태를 파악하는 것이 필요하다.

야생동물의 생태 특성 중 하나인 일주기성 (diel activity pattern)에 대해 파악하는 것은 사람과의 공존을 논의하는 데 있어 중요하다. 생물종간에 상호작용이 강하게 일어날 때에는 시간, 공간, 먹이 등의 생태적 지위(ecological niche)의 분화를 통해 이를 완화함으로써 여러 종들이 공존할 수 있다(Schoener, 1974). 그 중 인간과 야생동물의 경우처럼 먹이 지위(diet niche)는 다르

지만, 공간적 지위(spatial niche)가 중복되는 상황이라면 시간적 지위(temporal niche)의 분화가 두 집단 사이에서 발생하는 상호작용 문제의 해결책이 될 수 있다(Carothers and Jaksic, 1984). 즉, 시간적 지위에 해당하는 일주기성은 생물종간의 공존을 가능하게 하는 한 요소이므로 이를 이해하고 활용할 필요가 있다.

그동안 일주기성에 대한 여러 연구들이 선행되었다. Ikeda et al(2022)은 사람의 간섭이 일어나는 곳에서 반달가슴곰과 멧돼지의 야행성이 증가한다는 것을 확인하였으며, Oberosler et al(2017)은 사람과 야생동물의 일주기성 중첩 비율은 사람이 많이 출현하는 장소에서 비교적 낮게 나타난다는 것을 밝혔다. 또한 Eom et al (2023a)의 연구에서는 도서지역 대만꽃사슴은 수렵이 행해지는 겨울철에 사람을 피하기 위해 박명박모성(crepuscular)을 띠는 것이 확인되었다. 이렇듯 야생동물의 일주기성은 환경 변화나 생물적 요인뿐만 아니라 사람의 활동에 의해서 영향을 받을 수 있으며, 특히 이를 회피하는 방향으로 나타날 수 있다(Gaynor et al, 2018).

그러나 대다수의 선행 연구는 사람의 생활 공

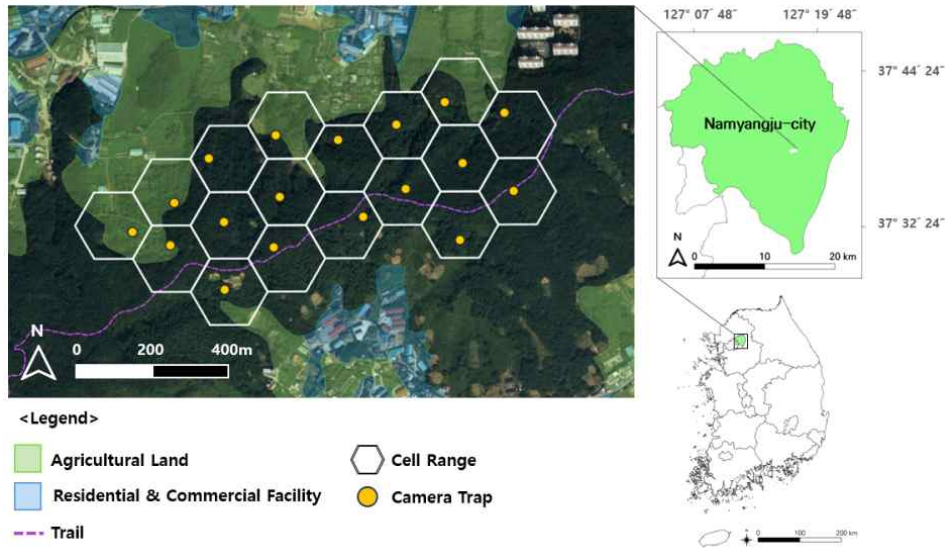


Figure 1. Location of study area and sampling scheme of camera-trapping

간과 밀접하게 위치한 야생동물의 서식지를 대상으로 진행된 것이 드물다는 한계점을 가진다. 특히, 일주기성에 관한 국내의 선행 연구들은 주로 국립공원 등 사람의 주 활동 공간과는 거리가 있고 교란이 적은 지역에서 이루어졌을 뿐만 아니라 인간에 의한 영향을 파악하기보다는 개체군 또는 중간 비교를 통한 생태적 특징 규명에 초점을 맞추고 있다(Banjade et al, 2021; Eom et al, 2023b). 이에 본 논문에서는 도시 근교의 인간의 생활 공간과 밀접하고 그로 인한 교란이 존재하는 야생동물의 서식지를 연구대상지로 선정하여, 국내의 대표적인 유해야생동물인 고라니 (*Hydropotes inermis*)와 멧돼지 (*Sus scrofa*) 두 종의 일주기성 특징을 파악하고자 한다(Ministry of Environment, 2019). 그리고 이를 통해 효과적인 야생동물 관리 및 대응에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

본 연구는 경기도 남양주시 화도읍 녹촌리 및

차산리의 도시 근교 산림 지역에서 이루어졌다. 남양주시는 동경 127° 04' 52" ~ 127° 22' 45", 북위 37° 30' 30" ~ 37° 46' 49"에 해당하는 곳으로 크게 북동쪽의 산지와 남서쪽의 분지로 구분되며(Namyangju, 2024) 화도읍 녹촌리와 차산리는 남양주시의 중심 부근에 위치한다(Figure 1).

대상지가 속한 지역의 주요 식생으로는 소나무, 잣나무, 일본잎갈나무, 리기다소나무, 밤나무, 갈참나무, 굴참나무, 떡갈나무, 상수리나무, 신갈나무 군락 등이 분포한다. 대부분이 소나무, 굴참나무, 신갈나무 등이 우점하는 이차림 유형 또는 잣나무, 리기다소나무, 일본잎갈나무, 밤나무 등이 우점하는 식재림 유형으로 구분되고, 해발고도 약 550m 이하에서는 인간의 간섭으로 파괴된 지대의 비율이 높다(National Institute of Ecology, 2015). 또한 제5차 전국자연환경조사를 통해 노루, 고라니, 멧돼지, 너구리, 삥, 수달, 담비, 오소리, 다람쥐, 하늘다람쥐, 청설모, 두더지 등 총 12종의 포유류가 서식하고 있음이 확인되었다(Ministry of Environment, 2021).

연구대상지는 백봉산(최대 해발고도 587m) 자락에 위치한 곳으로, 주된 경관 유형은 산림지

대이나 주변에는 일반 주택지 및 아파트 단지를 비롯한 거주지와 농경지, 상·공업 시설지 등 사람의 생활 공간이 인접하여 분포한다. 또한, 내부에는 작은 산책로와 묘지 등이 포함되고 산 정상으로 향하는 등산로가 그 사이를 가로지르면서 야생동물뿐만 아니라 사람의 왕래 또한 빈번하게 일어나는 장소이다(Figure 1).

2. 카메라트래핑

2021년 1월부터 2022년 11월까지 카메라트래핑을 실시하였다. 비교적 짧은 기간(한 계절 등) 동안 진행된 카메라트래핑 결과로는 포유류의 일주기성을 파악하는 것이 어려우므로, 본 연구에서는 모든 계절을 두 번씩 반복한 데이터를 활용할 수 있도록 약 2년의 기간을 설정하였다(Ikeda et al, 2016). 연구대상지에 한 번의 길이가 100m인 정육각형 모양의 격자 총 18개를 설정한 후, 각 격자마다 포착률을 높이기 위해 야생동물의 분변과 발자국, 동물길 등의 흔적이 존재하는 지점에 카메라트랩(D3, D9 type, Hong Kong ICA Industry Development Co.)을 설치하였다(Figure 1). 각 설치 지점 간 간격은 50m 이상이 되도록 하였으며, 인접한 격자 내 카메라트랩 간의 평균 거리는 137m(83~202m)이다. 카메라트랩은 내장된 적외선 센서가 동작을 감지할 때마다 30초 길이의 동영상을 촬영하도록 설정하였으며, 지면으로부터 1m 이상 높이에 설치하였다. 배터리 교체 등 기기의 유지 보수와 데이터 회수는 약 2주에서 한 달 간격으로 진행하였다.

3. 분석방법

대상종들의 계절별, 공간별 일주기성 행동패턴을 분석하기 위해 카메라트래핑 영상 데이터를 분류하였다. 수집된 데이터 중 대상종인 고라니와 멧돼지를 육안으로 동정하여 파일을 추출하였으며 촬영 영상 중 5분 이내 재촬영된 종은 동일 개체로 판단하여 데이터에서 제외하였다(Srbek-Araujo and Chiarello, 2005). 시기별 분류

를 위한 촬영 날짜 및 시각은 데이터 파일의 속성 정보를 기준으로 하였다. 시간대별 범주는 여명(dawn), 낮(day), 황혼(dusk), 밤(night)으로 구분하였다. 여명은 일출 1시간 전후 사이 시간, 황혼은 일몰 1시간 전후 사이 시간으로 설정하였으며 낮은 여명 직후부터 황혼 직전 사이, 밤은 황혼 직후부터 여명 직전 사이의 시간으로 설정하였다(Pépin et al, 2006). 일출·몰 시각은 한국 천문연구원의 자료를 활용하였고 월별로 평균값을 계산하여 시간대를 나누었다(Korea Astronomy and Space Science Institute, 2023).

구분된 시간대 범주에 따라 고라니와 멧돼지의 계절별, 공간별 출현 빈도와 출현율을 계산하였다. 출현 빈도의 경우 카메라 운용 대수와 일수가 계절마다 상이하여 값을 표준화할 필요가 있을 뿐만 아니라 카메라트래핑 연구에서 일반적으로 촬영 결과를 제시하는 기준과 통일하기 위하여 100 CTD(Camera Trap-Days = 카메라 대수 X 카메라 운용 일수)당 출현 빈도로 환산하였다. 또한 출현 빈도의 계절별, 공간별 통계적 차이를 확인하기 위해 시간대별 일일 출현 빈도에 대한 통계 분석을 실시하였다. 분석에는 R(Ver. 4.3.0) 프로그램을 사용하였으며, 변수의 특성을 고려하여 계절별 분석은 Kruskal-Wallis test를, 공간 유형별 분석은 Mann-Whitney U-test를 진행하였다(R Core Team, 2023).

계절은 월평균기온을 기준으로 하여 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월), 겨울(12~2월)로 구분하였고 계절별 평균기온은 각각 12.9°C (6.6~18.0°C), 24.7°C (22.3~27.2°C), 14.0°C (6.6~21.6°C), -1.6°C (-3.8~2.4°C)이다(Korea Meteorological Administration, 2023). 공간별 일주기성 특성을 분석하기 위해 정육각형 격자 안에 설치된 18대의 카메라가 사람의 활동이 이루어지는 세 가지 유형(농지, 주거 및 상공 시설, 등산로)의 공간으로부터 떨어진 거리를 계산하였다. 거리 분석은 오픈소스 프로그램인 QGIS (Ver. 3.28.0)로 진행하였으며 공간 유형은 국토

Table 1. Total photographic frequencies (and percentage, %) of four time periods

Time Period	Species	
	Water deer	Wild boar
Dawn	506 (11.5)	73 (5.6)
Day	827 (18.8)	67 (5.1)
Dusk	625 (14.2)	298 (22.8)
Night	2,433 (55.4)	870 (66.5)
Total	4,391 (100)	1,308 (100)

지리정보원에서 제공하는 토지이용현황도와 산림청에서 제공하는 등산로 자료를 활용하여 구분하였다(V-wolrd, 2023a; 2023b). 농지는 미경지정리답, 밭, 과수원을 포함하며, 주거 및 상공시설은 일반주택지, 고층주택지, 상업 및 업무지, 공업시설, 가축사육시설을 포함한다. 카메라별로 각각의 공간까지의 최단거리를 계산한 후, 하위 50%는 근거리 그룹(near)으로, 상위 50%는 원거리 그룹(far)으로 분류하였다(농지 기준: 근거리 평균 19m(0~45m), 원거리 평균 124m (45~245m); 주거 및 상공시설 기준: 근거리 평균 142m(109~169m), 원거리 평균 225m(183~274m); 등산로 기준: 근거리 평균 46m(6~97m), 원거리 평균 153m(98~218m)). 각 공간 유형은 사람의 활동이 이루어지는 장소로서 야생동물의 서식지에 교란으로 작용할 수 있다. 따라서 근거리 그룹은 그 영향이 비교적 크고, 원거리 그룹은 그 영향이 비교적 작을 것이라 예상하여 거리에 따른 일주기 특성을 비교하였다(Gil-Fernández et al, 2020).

III. 결과 및 고찰

카메라트래핑을 통해 총 12,258 CTD 동안 대상종인 고라니와 멧돼지에 대해 각각 4,391개와, 1,308개의 영상 데이터를 획득하였다. 전체 시기와 공간에 대한 시간대별 출현율을 보았을 때 두 종 모두 밤 시간대 출현 비율이 50% 이상 차지하는 야행성 동물임을 확인할 수 있었다. 고라니는 밤(55.4%)-낮(18.8%)-황혼(14.2%)-여명(11.5%)

시간대 순으로 출현율이 높았으며, 밤을 제외한 나머지 시간대의 출현율 간 차이는 적은 편이었다. 멧돼지는 밤(66.5%)-황혼(22.8%)-여명(5.6%)-낮(5.1%) 시간대 순으로 출현율이 높았으며, 밤을 제외하면 황혼 시간대의 활동을 비교적 선호하는 것으로 나타났다(Table 1).

멧돼지나 사슴과의 우제목 동물에서 환경 조건에 따른 일주기성 변화가 나타난다는 사실은 이미 많은 연구를 통해 밝혀졌다(Beier and McCullough, 1990). 본 논문에서 고라니와 멧돼지 모두 대부분의 포유류와 마찬가지로 낮에 활동이 많은 사람을 피해 주로 밤에 활동하는 양상을 보였다. 전체적인 고라니의 낮과 밤 시간대의 평균 출현율은 각각 18.8%, 55.4%였고, 멧돼지는 각각 5.1%, 66.5%였다(Table 1). 반면, 본 연구지와 상반된 대상지 특성을 가진 설악산국립공원 내 인위적 교란이 적은 지역에서 진행된 연구(Jeong, 2021)에서 고라니는 낮과 밤에 각각 30.2%, 39.5%, 멧돼지는 각각 46.7%, 29.4%의 출현율을 보이며 본 연구에서보다 더 높은 낮 시간대 활동 및 더 낮은 밤 시간대 활동을 나타냈다.

1. 계절별 일주기성

계절별 고라니와 멧돼지의 100 CTD당 출현 빈도 및 출현율을 계산하고, 출현 빈도의 계절 간 차이를 확인하기 위한 통계 분석을 실시하였다(Table 2, Figure 2). 낮과 밤의 출현율을 계절별로 비교하였을 때, 고라니는 가을철에 낮 시간대 출현율이 가장 낮고(13.9%), 밤 시간대 출현율이 가장 높았으며(61.9%), 멧돼지는 가을과 겨울

Table 2. Seasonal photographic frequencies per 100 CTD (and percentage, %) of four time periods of water deer and wild boar and result of statistical analysis

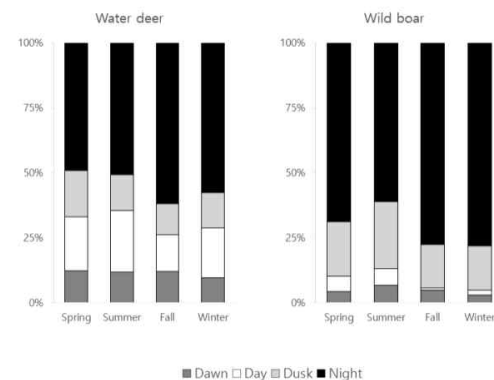
Species	Time Period	Season				χ^2 (df=3), p-value
		Spring	Summer	Fall	Winter	
Water deer	Dawn	4.11 (12.2)	3.29 (11.8)	5.43 (12.1)	3.59 (11.5)	15.66, *
	Day	7.07 (20.9)	6.61 (23.7)	6.25 (13.9)	7.15 (18.8)	1.52, 0.68
	Dusk	6.01 (17.8)	3.86 (13.8)	5.43 (12.1)	5.11 (14.2)	13.33, *
	Night	16.61 (49.2)	14.19 (50.8)	27.81 (61.9)	21.53 (55.4)	58.12, *
	Total	33.79 (100)	27.96 (100)	44.92 (100)	37.38 (100)	-
Wild boar	Dawn	0.33 (4.3)	1.51 (6.7)	0.22 (4.9)	0.20 (3.0)	26.24, *
	Day	0.45 (5.9)	1.45 (6.4)	0.03 (0.7)	0.12 (1.8)	61.28, *
	Dusk	1.63 (21.1)	5.80 (25.8)	0.75 (16.8)	1.14 (17.1)	102.40, *
	Night	5.31 (68.8)	13.74 (61.1)	3.48 (77.6)	5.23 (78.0)	93.30, *
	Total	7.73 (100)	22.49 (100)	4.49 (100)	6.70 (100)	-

(Kruskal-Wallis test, p-value: * < 0.05)

울철에 낮 시간대 출현율이 비교적 낮고(각각 0.7%, 1.8%), 밤 시간대 출현율이 비교적 높았다(각각 77.6%, 78.0%). 또한 두 종 모두 출현율의 계절 간 차이는 밤 시간대에서 가장 크게 나타났다. 고라니의 밤 시간대 출현율의 계절간 변동 폭(동일 시간대 중 최대 출현율이 나타난 계절의 값과 최소 출현율이 나타난 계절의 값의 차)은 12.7%로, 가을이 가장 높고(61.9%) 봄이 가장 낮았다(49.2%). 멧돼지의 밤 시간대 출현율의 계절간 변동 폭은 16.9%로, 겨울이 가장 높고(78.0%) 여름이 가장 낮았다(61.1%). 다만, 통계적으로 비교하였을 때, 고라니의 낮 시간대 출현 빈도는 신뢰 수준 0.05 기준에서 계절 간 유의한 차이를 보이지 않았으나(p-value = 0.68), 그 외 시간대와 멧돼지의 모든 시간대에서는 유의한 차이를 보였다(Table 2).

일반적으로 우제류는 기온이 높은 여름철에 열 스트레스를 피하기 위해 낮의 활동량이 줄어드는 특징이 있다(Wolfson et al, 2023). 그러나 본 연구에서는 멧돼지의 낮 출현율이 여름철에 가장 높게 나타나는 반대의 모습을 보였다(Table 2, Figure 2). 이는 사람의 교란이 작용하는 도시 근교 야생동물의 계절별 일주기성의 차이를 이해하기 위해서는 기온과 같은 환경 요소 뿐만 아

니라 인간의 인위적인 활동 요소도 함께 고려하여 해석해야 함을 나타낸다.

**Figure 2.** Seasonal photographic ratio (percentage, %) of four time periods of water deer and wild boar

2. 공간별 일주기성

18개의 격자마다 설치된 카메라를 놓지, 주거 및 상업시설, 등산로 세 공간 유형에 따라 거리별로 그룹을 나누어 고라니와 멧돼지의 각 시간대별 100 CTD당 출현 빈도 및 출현율을 계산하고, 출현 빈도의 거리별 차이를 확인하기 위한 통계 분석을 실시하였다(Table 3, Figure 3). 거리에 따른 고라니의 출현율 및 출현 빈도는 주로 여명과 황혼

Table 3. Photographic frequencies per 100 CTD (and percentage, %) of four time periods categorized by three spatial types and result of statistical analysis

Species	Time Period	Agricultural Land			Residential & Commercial Facility			Trail		
		Near	Far	U, p-value	Near	Far	U, p-value	Near	Far	U, p-value
Water deer	Dawn	4.06 (11.3)	4.19 (11.8)	233,901, 0.72	3.96 (11.1)	4.29 (12.0)	234,623, 0.62	3.56 (10.7)	4.70 (12.2)	232,042, 0.98
	Day	8.71 (24.2)	4.78 (13.4)	197,514, ***	5.40 (15.1)	8.09 (22.6)	260,456, ***	4.01 (12.1)	9.48 (24.6)	254,105, ***
	Dusk	5.24 (14.5)	4.96 (13.9)	229,342, 0.67	4.60 (12.9)	5.60 (15.6)	236,571, 0.43	4.41 (13.3)	5.79 (15.0)	233,270, 0.82
	Night	18.00 (50.0)	21.70 (60.9)	241,691, 0.17	21.80 (60.9)	17.90 (49.9)	198,702, ***	21.16 (63.9)	18.53 (48.1)	209,353, **
	Total	36.01 (100)	35.63 (100)	-	35.76 (100)	35.88 (100)	-	33.14 (100)	38.51 (100)	-
Wild boar	Dawn	0.82 (6.1)	0.38 (4.8)	226,750, *	0.24 (4.6)	0.95 (5.9)	238,422, **	0.26 (5.0)	0.93 (5.8)	237,706, *
	Day	0.70 (5.2)	0.39 (5.0)	228,428, 0.16	0.28 (5.2)	0.82 (5.1)	241,108, ***	0.18 (3.4)	0.91 (5.7)	240,463, ***
	Dusk	2.89 (21.4)	1.97 (25.1)	223,996, 0.08	1.04 (19.8)	3.82 (23.8)	266,352, ***	1.01 (19.3)	3.85 (23.9)	257,502, ***
	Night	9.07 (67.3)	5.12 (65.1)	200,329, ***	3.72 (70.4)	10.47 (65.2)	278,407, ***	3.80 (72.4)	10.39 (64.6)	282,748, ***
	Total	13.48 (100)	7.86 (100)	-	5.29 (100)	16.05 (100)	-	5.25 (100)	16.09 (100)	-

(Mann-Whitney U-test, p-value: * < 0.05, ** < 0.01, *** < 0.001)

시간대보다는 낮과 밤 시간대에서 차이를 보였다 (Figure 3a, Table 3). 낮 출현율은 농지를 기준으로 하였을 경우, 근거리 그룹(24.2%)이 원거리 그룹(13.4%)보다 높았다. 주거 및 상업시설을 기준으로 하였을 경우에는 근거리(15.1%)가 원거리(22.6%)보다 낮았고, 등산로를 기준으로 하였을 경우에도 근거리(12.1%)가 원거리(24.6%)보다 낮았다. 반면 밤 출현율은 낮과 반대 양상을 보였다. 주거 및 상업시설 유형에서는 근거리(60.9%)가 원거리(49.9%)보다 높게, 등산로 유형에서도 근거리(63.9%)가 원거리(48.1%)보다 높게 나타났다(Table 3). 농지 유형의 경우 출현율은 근거리(50.0%)가 원거리(60.9%)보다 낮긴 하였으나, 출현 빈도의 통계적 차이는 없었다(p-value = 0.17, 신뢰수준 0.05).

멧돼지의 낮과 밤 시간대의 거리별 출현율 차이는 적은 편이었으나 등산로 유형에서 비교적

크게 나타났다(Figure 3b, Table 3). 멧돼지의 낮 출현율은 주거 및 상업시설을 기준으로 하였을 경우에도 근거리(5.2%)가 원거리(5.1%)보다 높았고, 등산로를 기준으로 하였을 경우에는 근거리(3.4%)가 원거리(5.7%)보다 낮았다. 농지를 기준으로 하였을 경우, 출현율은 근거리(5.2%)가 원거리(5.0%)보다 높기는 하였으나, 출현 빈도의 통계적 차이는 없었다(p-value = 0.16, 신뢰수준 0.05). 밤 출현율은 농지, 주거 및 상업시설, 등산로 모든 유형에서 근거리(각각 67.3%, 70.4%, 72.4%)가 원거리(각각 65.1%, 65.2%, 64.6%)보다 높게 나타났으며, 출현 빈도 또한 모든 유형에서 통계적 차이가 있었다(Table 3).

세 가지 유형의 공간으로부터 떨어진 거리에 따른 출현율을 비교하였을 때, 고라니와 멧돼지 모두 낮 시간대에 등산로와 가까운 장소에서 사람을 회피하려는 성향이 가장 높게 발현되었다.

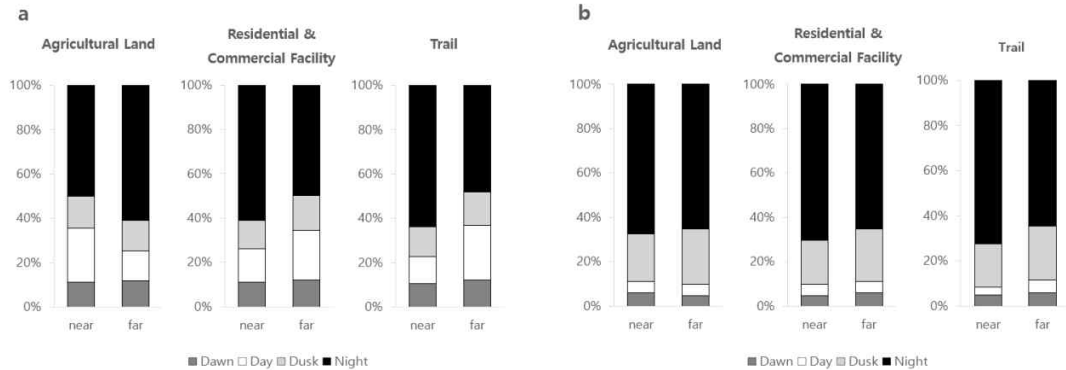


Figure 3. Photographic ratio (percentage, %) of four time periods of water deer (a) and wild boar (b) categorized by three spatial types

야생동물은 회피하고자 하는 대상이 다수일 때, 생존에 가장 유리한 방향을 선택하여 움직일 수 있다(Shamoon et al, 2018). 따라서 사람의 영향을 피하기 위해 두 종의 낮 시간대 출현율이 근거리 그룹(near)에서 낮게 나타날 것이라는 예상에도 불구하고, 낮 시간대 출현율이 고라니의 경우 농지에서 원거리(13.4%)보다 근거리(24.2%)에서 높게, 멧돼지의 경우 주거 및 상공 시설에서 원거리(5.1%)보다 근거리(5.2%)에서 높게 나온 이유는 등산로가 가장 큰 인위적 교란으로 작용하였기 때문으로 볼 수 있다(Table 3). 또한 그 외 다수의 연구(Ohashi et al, 2013; Doormaal et al, 2015)에서 사람의 이동이 많거나 주거지와 가까운 장소에서 비교적 높은 야행성을 보이는 것이 확인된 것으로 미루어 보아 본 연구에서 나타난 고라니와 멧돼지의 일주기성 특징은 사람의 생활 공간과 인접한 도시 근교로서 갖는 연구대상지의 공간적 특성이 크게 작용하여 나타난 결과라고 할 수 있다.

IV. 결론

본 논문은 농지, 주거지, 상업지, 등산로와 같이 인간의 활동이 빈번히 이루어지는 장소와 인접하게 위치하여 서식지 내에 교란이 발생하는 도시 근교의 고라니와 멧돼지의 일주기 특성을

카메라트래핑을 통해 파악하는 것을 목적으로 하였다. 결과적으로, 카메라트래핑을 통해 고라니와 멧돼지에 대해 각각 4,391개와, 1,308개의 영상 데이터를 획득하였고 이를 시간대별 범주(여명, 낮, 황혼, 밤)로 구분하여 계절별, 공간별 일주기성 차이를 확인하는데 활용하였다.

우리나라에서 고라니와 멧돼지는 특히 야생동물 치명사고와 농작물 피해, 전염병 확산(ASF, African Swine Fever) 등과 관련하여 사람의 생명이나 재산에 많은 피해를 입히는 포유류로서 이들에 대한 적절한 관리 대책을 마련할 필요가 있다(Kim et al, 2014; Kim et al, 2021). 효과적인 대응책을 위해서는 이들에 관한 생태적 지식이 바탕이 되어야 하므로 본 연구는 고라니와 멧돼지가 사람에 의해 교란된 도시 근교의 서식지에 적용한 양상을 일주기성 측면에서 확인하였다. 두 종 모두 전체적으로 야행성 포유류의 성향이 나타나면서도 계절적 측면에서 낮과 밤의 출현율을 비교하였을 때 고라니는 가을에, 멧돼지는 가을과 겨울에 더욱 그 성향이 증가하였다. 또한 멧돼지의 경우 낮 출현율이 다른 계절에 비해 여름철에 증가하는 모습을 보였다. 공간적 측면에서는 고라니와 멧돼지 모두 낮 시간대에 등산로를 회피하려는 경향이 나타났다. 이처럼 야생동물의 일주기성은 인간의 활동에 의해 영향을 받을 수 있으며, 사람과의 공존 방안을 찾는 데 활

용될 수 있는 중요한 생태적 요소이다. 본 연구를 통해 도시 근교에 적응한 고라니와 멧돼지의 생태적 특성을 이해하고, 두 포유류와 공존하기 위한 적절한 대응 및 관리 방안을 수립하는 데 도움이 될 것이라 사료된다.

References

- Banjade, M., Han, S. H., Jeong, Y. H., and Oh, H. S. 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): 1-9
- Beier, P. and McCullough, D. R. 1990. Factors Influencing White-Tailed Deer Activity Patterns and Habitat Use. *Wildlife monographs*. 109: 3-51.
- Carothers, J. H., and Jaksić, F. M. 1984. Time as a Niche Difference: The Role of Interference Competition. *Oikos*. 42(3): 403-406.
- Doormaal, N., Ohashi, H., Koike, S., and Kaji, K. 2015. Influence of human activities on the activity patterns of Japanese sika deer (*Cervus nippon*) and wild boar (*Sus scrofa*) in Central Japan. *European Journal of Wildlife Research*. 61(4): 517-527.
- Eom, TK, Lee, JK, Lee, DH, Ko, HG, and Rhim, SJ. 2023a. Characteristic of Activity Pattern of Introduced Sika Deer (*Cervus nippon taiouanus*) in a Island. *Korean Journal of Environment and Ecology*. 37(1): 70-75. (in Korean with English summary)
- Eom, TK, Lee, JK, Lee, DH, Bae, HK, Ko, H, Kim, KJ, Jung, SC, Lim, JH, and Rhim, SJ. 2023b. Temporal Niche Overlap of Medium Sized Herbivores in the Seoraksan and Jirisan National Parks, South Korea. *Pakistan J. Zool.* 55(3): 1003-1008.
- Gaynor, K. M., Hojnowski, C. E., Carter, N. H., and Brashares, J. S. 2018. The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*. 360(6394): 1232-1235.
- Gil-Fernández, M., Harcourt, R., Newsome, T., Towerton, A., and Carthey, A. 2020. Adaptations of the red fox (*Vulpes vulpes*) to urban environments in Sydney, Australia. *Journal of Urban Ecology*. 6(1): 1-9.
- Ikeda, T., Higashide, D., and Shichijo, T. 2022. Impact of human disturbance in Japan on the distribution and diel activity pattern of terrestrial mammals. *Journal for Nature Conservation*. 70(126293).
- Ikeda, T., Uchida, K., Matsuura, Y., Takahashi, H., Yoshida, T., Kaji, K., and Koizumi, I. 2016. Seasonal and diel activity patterns of eight sympatric mammals in northern Japan revealed by an intensive camera-trap survey. *PLoS ONE*. 11(10): e0163602.
- Jeong, SM. 2021. Relative abundance and activity patterns of terrestrial mammals from camera-trapping data in Seoraksan National Park, South Korea. Graduate School, Kangwon National University. (in Korean)
- Kim, SO, Kwon, KI, Kim, TS, Ko, HS, and Jang, GS. 2014. An Analysis on Aspects of Farm Lands Damaged by the Wild Boar (*Sus scrofa*) in Gyeongnam Province, Korea. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*. 17(6): 17-27. (in Korean with English summary)
- Kim, YH, Han, YH, Park, JY, Kim, HG, Cho, SH, and Song, YK. 2021. Monitoring the presence of wild boar and land mammals

- using environmental DNA metabarcoding - Case study in Yangpyeong-gun, Gyeonggi-do -. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 24(6): 133-144. (in Korean with English summary)
- Korea Meteorological Administration. 2023. Automatic Weather System (AWS). [online] Available at: <<https://data.kma.go.kr/data/grnd/selectAwsRltmList.do?pgmNo=56>>
- Korea Astronomy and Space Science Institute. 2023. Monthly Solar/Lunar Rising Time. [online] Available at: <<https://astro.kasi.re.kr/life/pageView/6>>
- Lee, HJ, Kim, WM, Kim, KT, Jeong, SG, Kim, YJ, Lee, KJ, Kim, HG, Park, C and Song, WK. 2022. A study on the connectivity modeling considering the habitat and movement characteristics of wild boars (*Sus scrofa*). Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology. 25(4): 33-47. (in Korean with English summary)
- Ministry of Environment. 2021. (5th) Investigation of Natural Environment 2020 : Mammal : Maseok : 377061. Research report to Ministry of Environment. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2019. Status by Harmful Wild Animal 14~18. Research report to Ministry of Environment. (in Korean)
- Namyangju. 2024. Natural Environment. [online] Available at: <<https://www.nyj.go.kr/www/contents.do?key=2521>>
- National Institute of Ecology. 2015. (4th) Investigation of Natural Environment 2014 : Namyangju : Hanam : Vegetation. Research report to Ministry of Environment. (in Korean)
- Oberosler, V., Groff, C., Iemma, A., Pedrini, P., and Rovero, F. 2017. The influence of human disturbance on occupancy and activity patterns of mammals in the Italian Alps from systematic camera trapping. Mammalian Biology. 87: 50-61.
- Pépin, D., Renaud, P. C., Dumont, B., and Decuq, F. 2006. Time budget and 24-h temporal rest-activity patterns of captive red deer hinds. Applied Animal Behaviour Science. 101: 339-354.
- R Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing (Version 4.3.0) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Schoener, T. W. .1974. Resource Partitioning in Ecological Communities. Science. 185: 27-39.
- Shamoon, H., Maor, R., Saltz, D., and Dayan, T. 2018. Increased mammal nocturnality in agricultural landscapes results in fragmentation due to cascading effects. Biological Conservation. 226: 32-41.
- Srbek-Araujo, A. C. and Chiarello, A. G. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology. 21: 121-125.
- Namyangju. 2024. Natural Environment. [online] Available at: <<https://www.nyj.go.kr/www/contents.do?key=2521>>
- V-world. 2023a. Land Use Map(1:25000). [online] Available at: <https://www.vworld.kr/dtmk/dtmk_ntads_s002.do?dsId=30240#>
- V-world. 2023b. Trail(1:25000). [online] Available at: <https://www.vworld.kr/dtmk/dtmk_ntads_s002.do?dsId=30549>

- Wolfson, D. W., Schlichting, P. E., Boughton, R. K., Miller, R. S., VerCauteren, K. C., and Lewis, J. S. 2023. Comparison of daily activity patterns across seasons using GPS telemetry and camera trap data for a widespread mammal. *Ecosphere*. 14(e4728): 1-14.