

資料

ブルガリア中央部の農業地帯における哺乳動物相の確認手法：
カメラトラップとフィールドサインの比較伊藤 海里^{*1}・Evgeniy G. RAICHEV^{*2}・Stanislava PEEVA^{*2}・角田 裕志^{*3}・金子 弥生^{*1,4}Fauna survey methods of rural area in central Bulgaria:
comparison between camera traps and field signs

Kairi ITO, Evgeniy G. RAICHEV, Stanislava PEEVA, Hiroshi TSUNODA, Yayoi KANEKO

There were no previous researches using camera traps in Bulgaria for determining regional mammal fauna, though researches using the techniques have been rapidly increased currently. We investigated regional mammal fauna using camera traps in a rural landscape in central Bulgaria. Moreover, we compared the result of the camera-trapping investigation to the checklist of regional mammal fauna investigated by animal signs (footprints, roars and/or direct observations) for past five years, to assess utility of the techniques in the region. We detected a total of ten mammal species (six Carnivora, two Cetartiodactyla, one Lagomorpha and Eulipotyphla species, respectively) at eight camera stations for 35 days between 10 June and 14 July in 2015 (total of 173 camera days). On the other hand, there was a total of 15 mammal species recorded in the regional checklist: thus, we found 67 % of the regional species by the camera traps, whereas we cannot detect five species, i.e., least weasel (*Mustela nivalis*), European polecat (*Mustela putorius*), Eurasian otter (*Lutra lutra*), European wildcat (*Felis silvestris silvestris*) and wild boar (*Sus scrofa*). Moreover, we noted daily activity patterns in three frequently-occurred carnivores (golden jackal, *Canis aureus*, European badger, *Meles meles* and stone marten, *Martes foina*) observed in the camera-trapping surveys. Finally, we discussed the methodological problems for camera traps in faunal researches.

Keywords: camera trap, Carnivora, daily activity, mammal fauna, Bulgaria

近年、カメラトラップ法を用いた地域の哺乳類相に関する研究事例が急増しているが、ブルガリアではその適用事例がなかった。本研究では、地域の哺乳類相を把握する目的でブルガリア中央部の農村地域においてカメラトラップ法による調査を行った。また、過去5年の野外調査（直接観察、足跡、鳴き声）から得られた同地域の哺乳類相の情報とカメラトラップ調査の結果を比較し、その有用性を検証した。2015年6月10日から7月14日までの35日間に8地点（計173カメラ日）で実施したカメラトラップ調査では10種（食肉目6種、鯨偶蹄目2種、ウサギ目ならびにモグラ目が各1種）を観察した。一方、過去の同地域における哺乳類相の記録では15種が確認された。したがって、カメラトラップ調査では地域の67%の中大型哺乳類を観察できたが、イイズナ (*Mustela nivalis*)、ケナガイタチ (*Mustela putorius*)、ユーラシアカワウソ (*Lutra lutra*)、ヨーロッパヤマネコ (*Felis silvestris silvestris*)、イノシシ (*Sus scrofa*) の5種が確認できなかった。また、再類出の食肉目3種（キンイロジャッカル *Canis aureus*、ヨーロッパアナグマ *Meles meles*、ムナジロテン *Martes foina*）に関しては日周活動を報告した。最後に、哺乳類相調査におけるカメラトラップ法を用いる際の課題について議論した。

キーワード: カメラトラップ法、食肉目、日周活動、ブルガリア、哺乳類相

2018. 1. 4 受付 ; 2018. 3. 1 受理

*1 東京農工大学農学部 Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

*2 Agricultural Faculty, Trakia University, Student's Campus, 6000 Stara Zagora, Bulgaria

*3 埼玉県環境科学国際センター Center for Environmental Science in Saitama (CESS)

*4 Corresponding author

1. はじめに

ブルガリアは東ヨーロッパのバルカン半島の一部に位置し、ヨーロッパの最も重要な生物多様性のホットスポットの1つである。現在ブルガリアにおいて、792種の陸棲脊椎動物、95種の哺乳類が確認されている (Krystufek and Reed 2004)。動物相の特徴としてヨーロッパ、地中海、シベリア性種の動物相を兼ね備えている。

野生動物調査を行うにあたり、調査地域に生息する動物相の把握は必要な基礎情報である。動物相を把握するための方法は一般的にライントランセクト法や直接観察法、糞や痕跡の特定、捕獲、地元の人へのインタビューが挙げられる (Voss and Emmons 1996; Voss et al. 2001; Mendes Pontes 2004; Haugaasen and Peres 2005)。これらに加えて、近年では自動撮影カメラ (以下カメラ) を利用した方法 (カメラトラップ) が増加している (Tobler, et al. 2008)。カメラトラップ調査と糞などの痕跡調査を比較した Lyra-Jorge et al. (2008) は、カメラトラップ調査のメリットとして種判定が調査者の技術の熟練度に影響を受けないこと、撮影時間や撮影時の行動に関する情報を得られること、そして長期的なモニタリングにおいて調査頻度を減らすことができることだと述べている。

カメラトラップ調査は動物相の把握だけでなく、特定の動物種の個体数や密度にも使われている (Martorello et al. 2001; Trolle 2003)。ブラジルのように動物相の豊富な地域においてカメラトラップ調査を利用した研究 (Tobler et al. 2008) は存在するが、ブルガリアにおけるカメラトラップ調査の事例は数例のみで (Racheva et al. 2012; Georgiev et al. 2015)、特に動物相の推定にカメラトラップ調査を利用した例はない。したがって、カメラトラップ調査はブルガリアにおける野生動物調査の新たなアプローチの1つとして利用する価値があると考えられる。

そこで本研究では、1) ブルガリア中央部のスタラ・ザゴラ周辺においてカメラトラップ調査により哺乳動物相を明らかにすること、2) ブルガリアにおけるカメラトラップ調査を行う上で、効果的な利用方法について考察することの2つを目的とした。

2. 方法

2-1. 調査地

調査地はブルガリア中央部のスタラ・ザゴラ (Stara Zagora, 北緯42°25′、東経25°38′) 周辺部約400 km²である。スタラ・ザゴラはスタラ・ザゴラ州の州都であり、人口約16万人の都市である。気候は地中海性気候と大陸性気候との中間に属し、年間平均気温は10-13°Cである。

スタラ・ザゴラの周囲には耕作地帯と小規模の集落がモザイク状に存在する。集落では小規模な畜産が行われていることが多く、ヒツジ、ウシ、ニワトリといった家畜が飼育されている。集落の農業は果樹や麦が主な農作物である。農地の所有権は集落で管理しており、共同で農作業を行っていて社会主義体制であった面影が残っている。集落の周辺には共用のゴミ捨て場が設置されていて、野生動物がそれを利用するために集落へ近づくことがある。また、狩猟活動も盛んで、ハンターらは各猟区を小規模なグループで各自管理している。調査中、集落内にはベットのイエイヌ (*Canis lupus familiaris*)、イエネコ (*Felis catus*) が見られたが、その一方でノネコ、ノイヌも高頻度で見かけた。緑地の大部分が二次林を占めており、主な植生はフランスモミジ (*Acer monspessulanum*) やダウニーオーク (*Quercus pubescens*) などの高木樹、イケガキセイヨウサンザシ (*Crataegus monogyna*) などの低木の樹種が優占している。

2-2. フィールドサインによる既知の動物相の調査 (フィールドサイン調査)

カメラトラップ調査と比較を行うためにスタラ・ザゴラ周辺において踏査や狩猟活動によって得られた既存の生息状況の情報 (共著者であるトラキア大学の E. G. Raichev 博士が収集した) を整理した。内容は、5年以内における直接観察、痕跡、鳴き声のそれぞれによる中大型哺乳動物種の生息の有無とした。5年以内とした理由は、中大型哺乳動物1個体の出生から繁殖までがおおよそ5年以内にかかるためである (大泰司 1976)。

2-3. カメラトラップによる動物相調査

カメラトラップ調査のカメラは Keep guard Cam (KG690NV, Keepway Industrial (Asia) Co. Ltd) を8台使用した。本機種は単3電池6本を利用し最

大約6ヵ月使用可能である。このカメラは受動型赤外線センサーが内蔵されており、動物の動きを感知すると0.8秒以内にカメラが起動して自動的に撮影し、記録するデジタル式スカウティングカメラである。動物が映り損なうことを避けるために、写真は1回につき3枚連続で撮影され、撮影の間隔は最低10秒間空くように設定した。

2015年6月10日から2015年7月14日の35日間に、8台のカメラを設置した(ID 1-8)。カメラの設置地点の選定にあたり、できる限り多くの種を撮影するために、スタラ・ザゴラ周辺の約20 km × 20 kmに広範囲に設置した(Figure 1, Table 1)。二次林では材木を伐採するために森に入った住民や、ハンターらがカメラを盗む可能性があったため、なるべく人が立ち入らない場所を選んでカメラを設置し、また筆者らは頻繁にカメラを見回って盗

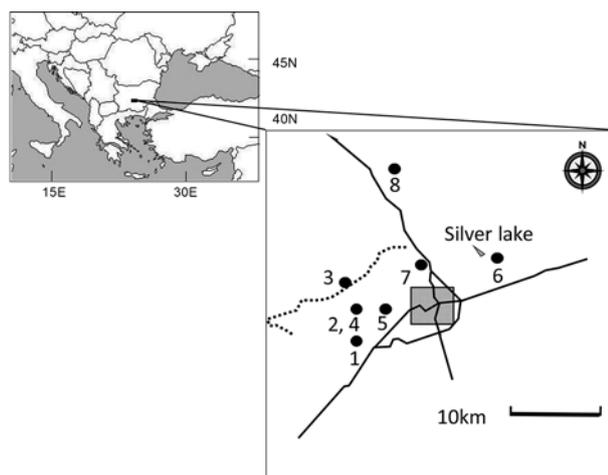


Figure 1. Location of the study area. Numbers with solid circle on the map represent locations of camera trap survey. Black thick line and dotted line represent road and river, respectively. Reticular square represent urban area of Stara Zagora. A and B location were used by installation method survey.

難を防ぐように努めた。カメラの設置地点の環境は以下の通りである。

- ID 1 : 生垣内部. 生垣は麦畑と麦畑を区切るために植えられた人工の緑地である. 生垣内は暗く, 野生動物が利用しやすい環境となっていた.
- ID 2 : および ID 4 : 標高600 m ほどの緩やかな二次林.
- ID 3 : 二次林に設置し, 獣道の傍には川が流れていた.
- ID 5 : 二次林内の放棄果樹園, 林内には果樹が生育.
- ID 6 : 湖(シルバーレイク)の周辺に設置した. シルバーレイクは魚類の養殖が行われているため, それを目当てに野生動物が近づくことがある.
- ID 7 : 二次林内. 林縁には幹線道路が存在し林を分断.
- ID 8 : 標高600 m ほどの緩やかな二次林.

各地点におけるカメラの設置場所では全てけもの道上に設置し, カメラを地上高70 cm から150 cm の間に設置した。本調査では, 誘引餌(ベイト)は用いずに撮影を行った。できる限り撮影地点の植生を改変しないように設置したが, カメラに誤作動を及ぼす可能性がある枝や葉は取り除いた。

カメラトラップ調査で得られたデータは個体の重複を考慮しておらず, 純粹に撮影回数のみを集計した(カメラの機能である3枚連続撮影は1回とみなした)。撮影結果はカメラ毎に画像を確認し, 種を同定した。同定できなかった種は Unidentified とした。また, カメラの稼働時間の累積日数を camera

Table 1. Habitat types surrounding to location of camera setting, sampling period (day) and sum of captures of each camera.

Camera ID	Habitat type	Sampling period	Sum of captures
1	Hedge	6/10-6/25 (16)	9
2	Shrub	6/10-6/25 (16)	5
3	Scrub/Close to a river	6/10-6/25 (16)	57
4	Shrub	6/11-6/25 (15)	2
5	Shrub	6/11-7/14 (34)	35
6	Shore of a lake	6/12-7/14 (33)	11
7	Scrub/Close to a main road	6/22-7/14 (23)	2
8	Shrub	6/25-7/14 (20)	2

days (以下 CD) とした。

3. 結果

3-1. フィールドサイン調査

本調査によってキンイロジャッカル (*C. aureus*, 以下ジャッカル), ヨーロッパアナグマ (*Meles meles*, 以下アナグマ), ユーラシアカワウソ (*Lutra lutra*, 以下カワウソ), イイズナ (*Mustela nivalis*), ムナジロテン (*Martes foina*), ヨーロッパケナガイタチ (*Mustela putorius*, 以下ケナガイタチ), ノイヌ, アカギツネ (*Vulpes vulpes*), ヨーロッパヤマネコ (*F. silvestris*, 以下ヤマネコ), ノネコ, アカシカ (*Cervus elaphus*), ノロジカ (*Capreolus capreolus*), イノシシ (*Sus scrofa*), ヒトイロハリネズミ (*Erinaceus concolor*, 以下ハリネズミ), ケープノウサギ (*Lepus capensis*, 以下ノウサギ) の15種が報告された (Table 2)。このうちヤマネコは痕跡のみの生息確認で, 他の種は直接観察による生息確認がされた。また, 鳴き声による生息確認がされた種はジャッカル, アカギツネ, ノイヌ, ノネコの4種であった。

3-2. カメラトラップ調査

本調査では173CDの調査期間が得られた。調査全体の撮影頻度 (総撮影枚数/CD) は0.711であり, 合計123枚の写真が撮影された。撮影された種はジャッカル, アナグマ, ムナジロテン, ノイヌ, アカギツネ, ノネコ, アカシカ, ノロジカ, ハリネズミ, ノウサギの10種であった (Table 2)。カメラ

トラップでは, フィールドサインで生息情報の得られたカワウソ, イイズナ, ケナガイタチ, ヤマネコ, イノシシの5種が撮影されなかった。したがって, フィールドサインと比較して35日間のカメラトラップ調査によってスタラ・ザゴラ周辺に生息する哺乳動物の約67%を確認した。多くのカメラは無効撮影がほとんどなく十分に機能していたが, 一部のカメラは日によって不調になることがあった。また, 撮影された動物の中で, 体全体や特に顔部分のポイントが合わず種判別が困難なケースが9例見られた。

撮影回数が最も多かったのはムナジロテン, アナグマの各26回, 次はジャッカルの24回であった。一方, 撮影回数が最も少なかったのはノイヌ, アカシカの2回, 次はハリネズミの3回であった (Table 3)。また, アカシカやジャッカルのような大型の種からハリネズミのような小型の種まで様々な体サイズの動物種が撮影できた。種によって撮影回数に差がみられた (例えばムナジロテン: 撮影回数, 撮影地点は26回, 3地点 (ID: 3, 4, 6), ジャッカル: 24回, 5地点 (ID: 1, 2, 3, 5, 6), ノイヌ: 2回, 1地点 (ID: 5))。

カメラトラップ調査で10種を確認するのに必要な日数は29日であった (Figure 2)。3日目には50%を超える6種 (アナグマ, ムナジロテン, ジャッカル, アカギツネ, ノネコ, ノロジカ) が確認された。4日目以降に生息が確認された種と確認までに要した日数は, ハリネズミが6日目, ノウサギが7日目, アカシカが20日目, ノイヌが29日目であった。日数が経過するにつれて曲線の傾きは緩やかになった (Figure 2)。

Table 2. The results of interview survey on fauna in the study area, observed by Dr. E. G. Raichev (Trakia University).

Common name	Scientific name	Direct observation	Track	Roar
European badger	<i>Meles meles</i>	○	○	
Stone marten	<i>Martes foina</i>	○	○	
Eurasian otter	<i>Lutra lutra</i>	○	○	
Least weasel	<i>Mustela nivalis</i>	○	○	
European polecat	<i>Mustela putorius</i>	○	○	
Golden jackal	<i>Canis aureus</i>	○	○	○
Red fox	<i>Vulpes vulpes</i>	○	○	○
Dog	<i>Canis lupus familiaris</i>	○	○	○
Cat	<i>Felis catus</i>	○	○	○
European wild cat	<i>Felis silvestris</i>		○	
Roe deer	<i>Capreolus capreolus</i>	○	○	
Red deer	<i>Cervus elaphus</i>	○	○	
Wild boar	<i>Sus scrofa</i>	○	○	
Southern white-breasted hedgehog	<i>Erinaceus concolor</i>	○	○	
Brown hare	<i>Lepus capensis</i>	○	○	

Table 3. Sum and frequency of captures for all species during camera trap survey.

Order	Family	Scientific name	Common name	Sum of captures	Capture frequency
Carnivore	Mustelidae	<i>Meles meles</i>	European badger	26	0.150
		<i>Martes foina</i>	Stone marten	26	0.150
		<i>Lutra lutra</i>	Eurasian otter	0	
		<i>Mustela nivalis</i>	Least weasel	0	
		<i>Mustela putorius</i>	European polecat	0	
	Canidae	<i>Canis aureus</i>	Golden jackal	24	0.153
		<i>Vulpes vulpes</i>	Red fox	7	0.045
		<i>Canis lupus familiaris</i>	Dog	2	0.013
	Felidae	<i>Felis catus</i>	Cat	12	0.076
		<i>Felis silvestris</i>	European wild cat	0	
Aritiodactyla	Elaphurus	<i>Capreolus capreolus</i>	Roe deer	5	0.032
		<i>Cervus elaphus</i>	Red deer	2	0.013
		<i>Sus scrofa</i>	Wild boar	0	
Erinaceidae	Erinaceidae	<i>Erinaceus concolor</i>	Southern white-breasted hedgehog	3	0.019
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus capensis</i>	Brown hare	7	0.045
Unidentified				9	
Total				123	0.7110

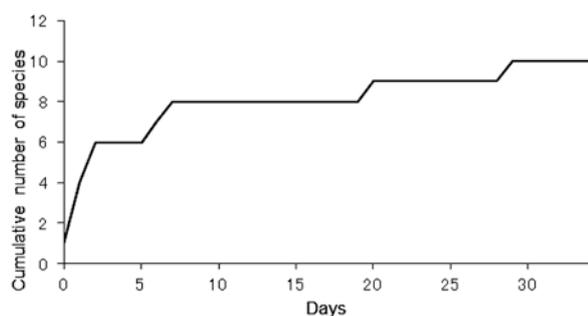


Figure 2. Relationships between cumulative number of species occurred and sampling period for camera trap survey.

3-3. 撮影数の多かった3種における撮影時間の特徴

カメラトラップ調査で撮影回数が多かった中型食肉目のジャッカル、アナグマ、ムナジロテンに着目し、撮影回数と撮影された時間帯についてそれぞれ比較した (Figure 3)。ジャッカルは12時から14時、16時から18時の間を除いた時間帯全てで撮影され、6/24枚が6時から8時の間で撮影された。アナグマは20時から6時の間で撮影され、8/26枚が24時から2時の間で撮影された。ムナジロテンは20時から4時、6時から8時の間で撮影され、8/26枚が22時から24時の間で撮影された。アナグマとムナジロテンは日中の撮影が少なく、夜中の撮影が多くなる傾向が見られた。その一方で、ジャッカルは日夜を問わず撮影された。

5カ所 (ID 1~3, 5, 6) では3種のうち2種以上が同一の地点で撮影された。2種以上が同時に一枚の写真に撮影されたことはなかったが、夜中の1時から2時の1時間以内に3種の連続撮影を1回確認した。また、1時間以内に2種の連続撮影が21時から5時の間に10回あった。最小の撮影間隔はアナグマ・ムナジロテン間では8分、ジャッカル・ムナジロテン間では39分、ジャッカル・アナグマ間では16分であった。

考 察

4-1. スタラ・ザゴラ周辺の哺乳動物相の特徴

本調査の生息確認種は、全てがヨーロッパ及び地中海性であった。その中でも、ヨーロッパから東南アジアにかけてユーラシア大陸に広く生息するジャッカル (IUCN 2015)、西ヨーロッパには生息せずアフリカに主に分布するハリネズミとノウサギの3種が生息することが明らかになった。これは中央アジアやアフリカ大陸に近いブルガリアの地理的特徴を反映した動物相である。ジャッカルよりも大型のタイリクオオカミ (*C. lupus*, 以下オオカミ) やヒグマ (*Ursus arctos*) もブルガリア国内には生息するが、スタラ・ザゴラ周辺の生息情報は得られなかった。スタラ・ザゴラより北部のバルカン山脈には生息するため (E. G. Raichev 博士, 私信), 調

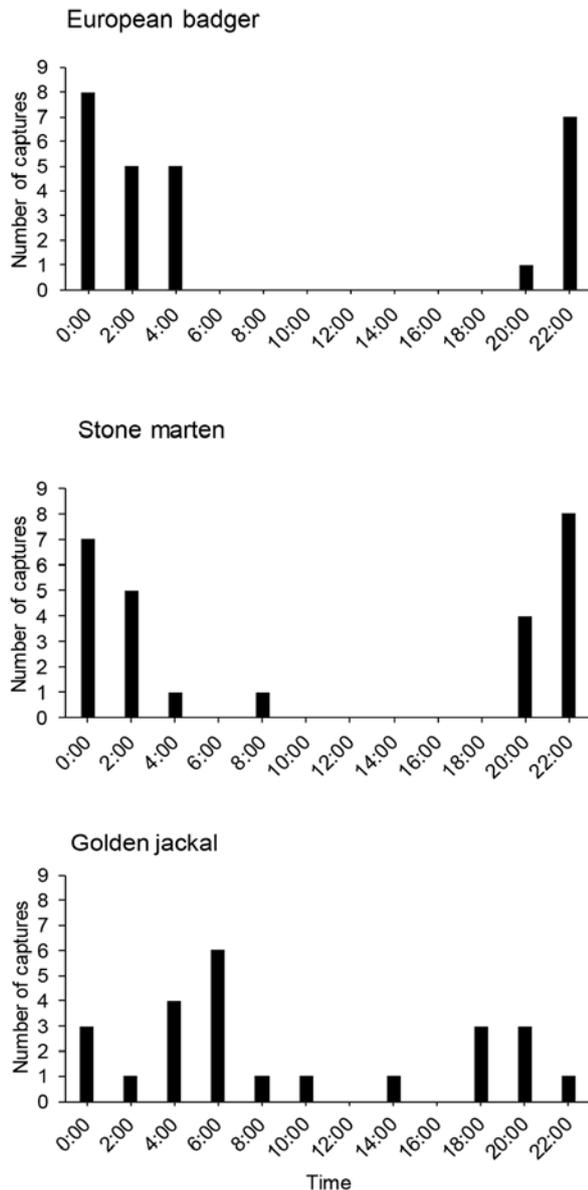


Figure 3. Relationships between the observed time period (each 2 h) and number of captures for three frequent species (European badger, stone marten and golden jackal).

査地が生息分布域に重なっていなかったためと考えられる。以下に、撮影頻度の高かった種に着目し、考察する。

ジャッカル：スタラ・ザゴラ周辺に生息するジャッカルは12時から14時、16時から18時の間を除いた全ての時間帯で撮影された。この結果は、ブルガリアのスタラプラニナ山脈の国立公園における先行研究 (Georgiev et al. 2015) と一致した。同じイヌ科であるオオカミは人間活動の多い地域では人間を避け、夜行性を示す (Vila et al. 1995) ことから、ジャッカルも同じ傾向を示した可能性が考えられる。夜行性でない理由として、スタラ・ザゴラ周辺

の環境はジャッカルにとって好ましい環境であった可能性がある。ジャッカルは低木林、草本が繁茂する場所、農地と低木林の混合したハビタットを好む (Salek et al. 2014)。また、Raichev et al. (2013) によるとこの地域では人間由来の食物 (家畜の死体) を多く利用しており、農業地帯で2次林や生け垣が多いスタラ・ザゴラ周辺はジャッカルにとって好ましい生息地であると考えられる。

ムナジロテン：スタラ・ザゴラ周辺に生息するムナジロテンは20時から4時、6時から8時の間で撮影された。撮影のピークは20時から4時の間であり、主に夜行性の活動パターンを示した。ブルガリアにおけるムナジロテンの活動時間は本研究で初めて明らかになった。イタリアにおける本種に関する先行研究 (Posillico et al. 1995) では夜行性の活動パターンが示されている。また、Santos-Reis et al. (2005) は、平均的なムナジロテンの活動開始が日の入りの49分後、活動の終わりが日の出の41分前であり、日中の時間が短くなる夏から秋にかけて活動性が増加し、明らかに日中の活動を避けたことを報告している。本研究でも日の入り前後に撮影が多く、日の出前後に撮影が少なくなるなど、既存の研究と同様の結果を示した。

アナグマ：スタラ・ザゴラ周辺に生息するアナグマは20時から6時の間に撮影され、撮影のピークは22時から2時の間であり、夜行性の活動パターンを示した (Figure 3)。ブルガリアのソフィアの間山部と低地における先行研究 (Racheva et al. 2012) においても主に夜間に撮影されており、日中の撮影が少ない傾向は一致した。また、Neal and Cheeseman (1996) によれば、アナグマは夜や夕暮れになると巣穴から出て活動を始め、活動時間は日中時間や光度、攪乱、気候、餌の獲得効率、それぞれの巣穴の社会構成の影響を受けて変化する。さらに、5月から9月にかけては日の入りに合わせて活動開始が見られることが分かっている (Neal and Cheeseman 1996)。本研究においても日の入り後に撮影が多くあり、先行研究と同様の傾向を示した。

4-2. ブルガリアにおけるカメラトラップ調査の今後の課題

撮影された動物の中で、体全体や特に顔部分のピントが合わず種判別が困難なケースが見られたため、これは動物の素早い行動にカメラが対応しきれていないことによるものだと考えられる。この対策

にはけもの道に障害物を置き動物の移動速度を遅らせる (塚田ら 2006), 撮影モードを写真からビデオに変える (長光 未発表), もしくはよりシャッタースピードの速いカメラを使用することが有効だと考えられる。

8台のカメラの調査期間はそのほとんどが1ヶ月未満の短い期間 (Table 1) であったのにも関わらず, 173CD で生息種全体の約67% (10/15種) を確認した。地理的に近いトルコの報告 (Albayrak et al. 2012) ではカメラ45台, 2055CD で約63% (9/11種, 食肉目のみ), より豊富な動物相のブラジル (Silveira et al. 2003) ではカメラ29台, 1035CD で約57% (16/28種) であり, 上記の先行研究と比較して設置したカメラ数や期間の小規模な本調査では多くの種数が確認され, ブルガリアにおけるカメラトラップの有用性を示した。しかし, スタラ・ザゴラ周辺に生息する哺乳動物相のすべては把握できなかったため, 調査期間が不足すると不十分な結果に陥りやすいという報告と一致していた (塚田ら 2006)。カメラトラップ調査における撮影頻度は種毎に異なる行動や生態的な特徴 (例えば, 樹上性と地上性, スペシャリストとジェネラリスト) や, 調査回毎に調査地内の生息数の変化に影響を受ける可能性がある (Trolle and Kery 2005)。また, 行動圏が大きく, 体サイズの大きい種は撮影頻度を上げる要因となることがある (Tobler et al. 2008)。

さらに本研究ではイタチ類の撮影がなく, 種判定できなかった種が存在したことから, カメラトラップは動きが機敏な種の撮影が少なくなる傾向にあるだろう。これはイタチ類の生息が確認されている地域のカメラトラップによる先行研究においても, イタチ類の撮影がない報告があり (Gompper et al. 2006; 高槻・奥津 2011), 同様の傾向を示した。

Meek et al. (2014) は, カメラの設置間隔や設置高を変えること, あるいはヘアトラップや痕跡調査などの異なる手法の併用など, 調査設計や目的に応じた利用方法が求められると述べている。本研究は動物相の把握, 特に中大型哺乳動物種を対象に調査したが, 種によって撮影されやすさは大きく異なったため, 対象とする種や目的に応じて設定の工夫が必要であると考えられる。さらに, 本調査は夏季限定の短い調査期間であったため, 今後, 調査期間を増やすことで結果が変わる可能性は十分にある。

謝 辞

本研究は2007年6月5日に締結した本学とトラキア大学との姉妹校協定によって実現した研究プロジェクトの一環として行われた。研究プロジェクトを始めるきっかけを作ってくださった本学農学部名誉教授の福島司先生とトラキア大学農学部のデイミタル・パヴロフ教授, ラドスラヴ・スラヴォフ教授, ミハイル・パナヤトフ教授にこの場を借りてお礼申し上げます。なお, 本研究は日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 A 海外 (JP26257404) の助成を受けて行われました。

引用文献

- Albayrak, T., Giannatos, G., Kabasakal, B. (2012) Carnivore and ungulate populations in the Beydaglari Mountains (Antalya, Turkey) : border region between Asia and Europe. *Polish Journal of Ecology*, 60: 419-428.
- 大泰司 紀之 (1976) 哺乳動物の寿命に関する一考察. *哺乳類科学*, 1:23-40.
- Georgiev, D., Mechev, A., Stoeva, E., Diloveki, G., Pavlova, A. (2015) On the activity of two medium-sized canids: the Golden Jackal (*Canis aureus*) and the Red Fox (*Vulpes vulpes*) in the Natural Bark "Sinite Kamani" (Bulgaria) revealed by camera traps. *ZooNotes*, 69: 1-4.
- Gompper, M. E., Kays, R. W., Ray, J. C., Lapoint, S. D., Bogan, D. A., Cryan, J. R. (2006) A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin*, 34: 1142-1151.
- Haugaasen, T. and Peres, C. A. (2005) Mammal assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 133-145.
- IUCN (2015) IUCN Red list of Threatened Species. Version 2015. 4 <http://www.iucnredlist.org> (accessed on 11 January 2016)
- Krystufek, B., Reed, J. M. (2004) Pattern and Process of Balkan Biodiversity-An overview. *Balkan Biodiversity-Pattern and Process in the European Hotspot*, Griffiths, H. I. Krystufek, B. Reed, J. M. (eds) 1-6, Kluwer

- Academic Publishers, Dordrecht.
- Lyra-Jorge, M. C., Ciocheti, G., Pivello, V. R., Meirelles, S. T. (2008) Comparing methods for sampling large and medium sized mammals: camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research*, 54: 739-744.
- Martorello, D. A. Eason, T. H., Pelton, M. R. (2001) A sighting technique using cameras to estimate population size of black bears. *Wildlife Society Bulletin*, 29: 560-567.
- Meek, P. D., Ballard, G., Claridge, A., Kays, R., Moseby, K., O'Brien, T., O'Connell, A., Sanderson, J., Swann, D. E., Tobler, M., Townsend, S. (2014) Recommended guiding principles for reporting on camera trapping research. *Biodiversity and Conservation*, 23: 2321-2343.
- Mendes Pontes, A. R. (2004) Ecology of a community of mammals in a seasonally dry forest in Roraima, Brazilian Amazon. *Mammalian Biology*, 69: 319-336.
- Neal, E., Cheeseman, C. (1996) Badgers, pp.88-102. *Royster Natural History*.
- Posillico, M., Serafini, P., Lovari, S. (1995) Activity patterns of the stone marten (*Martes foina*) Erxleben, 1777, in relation to some environmental factors. *Hystrix. the Italian Journal of Mammalogy*, 7: 1-2.
- Raichev, E. G., Tsunoda, H., Newman, C., Masuda, R., Georgiev, D. M., Kaneko, Y. (2013) The Reliance of the golden jackal (*Canis aureus*) on anthropogenic foods in winter in Central Bulgaria. *Mammal study*, 38: 19-27.
- Racheva, V., Zlatanova, D., Peshev, D., Markova, E. (2012) Camera Traps Recorded Use of Sett Sites by Badgers (*Meles meles*, L. *Mammalia*) in Different Habitats. *Acta Zoologica Bulgarica*, 64: 145-150.
- Salek, M., Cervinka, J., Banea, O. C., Krofel, M., Cirovic, D., Selanec, I., Riegert, J. (2014) Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. *European Journal of Wildlife Research*, 60: 193-200.
- Santos-Reis, M., Santos, M. J., Lourenço, S., Marques, J. T., Pereira, I., Pinto, B. (2005) Relationships between Stone Martens, Genets and Cork Oak Woodlands in Portugal, Martens and Fishers (*Martes foina*) in Human-Altered Environments, D. J. Harrison, A. K. Fuller and G. Proulx (eds) 147-172, Springer US.
- Silveira, L., Jacomo, A. T., Diniz-Filho, J. A. F. (2003) Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114: 351-355.
- 高槻成紀・奥津憲人 (2011) アファンの森における哺乳類の自動撮影記録. *麻布大学雑誌*, 21: 1-8.
- Tobler, M. W., Carrillo-Percegué, S. E., Leite Pitman, R., Mares, R., Powell, G. (2008) An evaluation of camera traps for inventorying large and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11: 169-178.
- Trolle, M. (2003) Mammal survey in the Mammal survey in the Rio Jauaperi region, Rio Negro Basin, the Amazon, Brazil. *Mammalia*, 67: 75-83.
- Trolle, M., Kery, M. (2005) Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. *Mammalia*, 69: 409-416.
- 塚田英晴・深澤充・小迫孝実・須藤まどか・井村毅・平川浩文 (2006) 放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用. *哺乳類科学*, 46: 5-19.
- Vila, C. Urios, V., Castroviejo, J. (1995) Observations on the Daily Activity Patterns in the Iberian Wolf. *Ecology and Conservation of Wolves in a Changing World*. Carbyn, L. N., Fritts, S. H., Seip, D. R., (eds) , 335-340, Canadian Circumpolar Institute, Occasional Publication series No. 35, Canada.
- Voss, R. S., Emmons, L. H. (1996) Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 230: 1-115.
- Voss, R. S., Lunde, D. P., Simmons, N. B. (2001) The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna part 2. Nonvolant species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 236: 1-99.