

エゾタヌキ *Nyctereutes viverrinus albus* の溜め糞場の存在は 他の動物種の行動に影響を及ぼすか？

矢野呼春¹・本馬維子¹・佐々木乃梨¹・田辺結葉¹・照内 歩¹

村上 堇¹・菊池隼人¹・内海泰弘²・押田龍夫¹

(受付：2022年3月28日，受理：2022年7月25日)

Effects of Japanese raccoon dog (*Nyctereutes viverrinus albus*) latrines on the behaviors of other animals
in their ecosystem

Koharu YANO¹, Yukiko HONMA¹, Nori SASAKI¹, Yuiha TANABE¹, Ayumu TERUUCHI¹

Sumire MURAKAMI¹, Hayato KIKUCHI¹, Yasuhiro UTSUMI², Tatsuo OSHIDA¹

摘 要

生態系の群集構造が維持される機構を理解する上で、様々な生物種間の複雑な関係性を明らかにすることは重要であり、これには直接的なものだけではなく、動物の行動によって形成された副産物がもたらす間接的なものが存在する。タヌキは、複数個体が特定の場所に排糞をする溜め糞行動を行い、これによって溜め糞場と呼ばれる糞塊が形成される。溜め糞場の存在がシカの行動に影響を与えることが先行研究で示唆されているものの、他の様々な動物種へ与える影響は明らかではなく、溜め糞場を介したタヌキと他動物種との関係性は不明である。そこで本研究では、タヌキの溜め糞場が他動物種に与える影響を明らかにするため、2021年5月11日～10月18日の期間において、北海道足寄町の九州大学北海道演習林内に自動撮影カメラを設置し、溜め糞場における動物の行動観察を行った。その結果、タヌキを除く5種および4グループの動物が撮影され、このうち、シカ、キツネ、ヒグマ、ヤマシギ、カラ類、カラス類において溜め糞場における行動が観察された。シカ、キツネ、ヒグマでは臭い嗅ぎ行動が観察され、3種が溜め糞場に対して関心を持つことが示された。また、シカ、キツネ、ヤマシギ、カラ類、カラス類においては摂食行動が観察され、シカは溜め糞場に生育した草本植物を、キツネおよび鳥類では糞中に発生した昆虫類を摂食していることが示された。さらに、キツネが溜め糞場においてマーキングする様子が確認でき、キツネとタヌキが溜め糞場を介して情報を共有していることが示唆された。本研究の結果から、タヌキの溜め糞場は、タヌキ以外の動物に適宜利用されており、生物の種間関係に間接的に影響を及ぼすことが明らかになった。

キーワード：エゾシカ、ヒグマ、カラ類、キタキツネ

¹帯広畜産大学野生動物学研究室

¹Laboratory of Wildlife Biology, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

²九州大学大学院農学研究院森林生産制御学分野

²Graduate School of Agriculture, Kyushu University

連絡先：押田龍夫，oshidata@obihiro.ac.jp

Address correspondence: Tatsuo OSHIDA, oshidata@obihiro.ac.jp

緒 論

生態系において、すべての生物は他種の生物と何らかの関係性を築きながら生きており、生物種間の関係性を明らかにすることは、個体群あるいは群集構造が生態系において維持される機構を理解するために重要である(辻ら 2013)。しかしながら、生物種間の関係性は複雑であり、捕食-被食のように直接的な関係が見られることもあれば、何かを介して間接的に関係している場合もある。例えば、オオアルマジロ *Priodontes maximus* は、ねぐらや休息場所として利用する穴を掘るが、この穴はオオアルマジロを除く 24 種の脊椎動物によって休息や採食の場所として利用される(Desbiez et al. 2013)。この時、オオアルマジロは穴を掘ることによって他動物種に新たな資源を提供しており(Di Blanco 2020)、オオアルマジロとその巣穴を利用する他動物種との間には、複雑な種間関係が間接的に成り立っている。このように、動物種の行動およびその副産物がもたらす間接的な種間関係についても検討することによって、複雑な生態系の実態を理解することができるであろう。

‘溜め糞行動’とは、動物がある特定の場所で排泄(主に排糞)行動を行うことであり、嗅覚を用いたコミュニケーション(Stewart et al. 2002)の一種である。形成される糞塊は‘溜め糞場’と呼ばれ、これを複数個体が共有することによって、情報交換の場としての機能が生じる(Ikeda 1984)。排泄される糞や尿には、種や性、齢、そして個体に特有な臭いなどの情報が含まれており(宮崎 2016)、長期間放置されるこれらの情報は他種によっても収集可能である(Swihart 1991)。例えば、被食者は糞の臭いによって捕食者の存在を認識し、捕食者の溜め糞場を含む領域を回避することが可能である(Swihart 1991)。すなわち、溜め糞場の存在やその臭いが、同種の他個体のみならず、他種の行動にも影響を与えることが示唆されている(Lumkes 2019)。

ホンダタヌキ *Nyctereutes viverrinus viverrinus* およびエゾタヌキ *N. viverrinus albus* (以下、タヌキ) もまた溜め糞行動を行い、溜め糞場を形成することで他個体との

情報を共有している(Yamamoto 1984; Ikeda 1984)。先行研究において、タヌキの溜め糞場が同種に対する縄張り維持の機能を殆ど持たない(Ikeda 1984)ことが明らかになっているが、他動物種に対する縄張り維持等の機能については不明である。また、タヌキの溜め糞場が種子分散において重要な役割を果たす(Osugi et al. 2020)など、生態系における多様な機能が明らかになっているものの、そのような機能を他動物種がどのように利用しているのかは不明である。タヌキの溜め糞場の臭いおよび存在が他動物種に与える影響を明らかにすることによって、タヌキと他動物種の間接的なかかわりを示すことができるかもしれない。したがって本研究では、ある動物種によって提供された行動学的副産物が、動物種間関係にどのような間接的影響を及ぼすのかを解明することを目的として、溜め糞場を介したタヌキと他動物種のかかわりについて検討を行う。自動撮影カメラを用いた観察によって、溜め糞場が他動物種に利用されるか否かについて調べ、利用が見られた場合、その利用目的について議論する。

方 法

調査地および調査期間

北海道足寄町に位置する九州大学北海道演習林を調査地とし、林道沿いに形成された 3 地点の溜め糞場を用いて調査を行った。調査地点はそれぞれ、地点 A (北緯 43° 15' 43", 東経 143° 29' 56")、地点 B (北緯 43° 15' 47", 東経 143° 29' 56")、地点 C (北緯 43° 15' 55", 東経 143° 29' 58") とした。

調査方法

各地点において、赤外線センサー付き自動撮影カメラ(SG562-D, BMC 社; 以下、カメラ)を 1 台ずつ、計 3 台設置した。カメラは溜め糞場が画角の中心に映るように留意し、約 3m の距離に位置する立木(樹種は問わない)の幹、もしくは木杭を立ててこれに設置した。カメラの設置高は約 1m とした。動画の撮影時間は白井(2017)

を参考に 30 秒に設定したが、撮影漏れを防ぐためインターバルは 0 秒に設定した。カメラ設置期間は、非積雪期である 2021 年 5 月 11 日から同年 10 月 18 日までの約 5 か月間であった。5 月および 6 月は月に 1 度カメラの電池の交換を行ったが、電池残量不足によるデータの欠測があったため、7 月以降は月に 2 度の頻度でデータの回収および電池の交換を行った。

データの整理および解析

動画データの記録

撮影された動画データから、野生動物が映っているものだけを選び、それぞれの動画が撮影された月日および時刻、撮影された動物種ならびにその個体数、溜め糞場で観察された行動を記録した。撮影された動物種について記録する際、分類群レベルでは識別可能であるが、種の同定が困難であったものについては、その平易な分類群名である‘類’として記録した。

設定した 30 秒以内に溜め糞場で確認することができた全ての行動をデータとして扱った。また、前後の動画を比較し、欠測時間における動物の行動が推定可能なものについては、溜め糞場での行動として記録した（例えば、タヌキの溜め糞場訪問を撮影した映像データの一部が欠測していたが、前後の動画を比較して明らかな糞の増加があれば“タヌキの排泄行動”として記録した）。そして、5 分以内に同一個体と想定される同一種が撮影された動画は重複イベントとみなし解析から除外した。

高頻度で撮影された動物種について、溜め糞場における行動を種ごとにカテゴリーに分けて記録した。カテゴリーの詳細については、撮影結果と併せて‘結果’で述べることにする。

撮影頻度指標 (RAI) の算出

撮影継続期間において、カメラの電池残量不足によるデータの欠測期間があったため、1 台のカメラを 100 日間作動させた場合の撮影回数である撮影頻度指標 (RAI : Relative Abundance Index) を算出し、これをデータの

比較時に用いた (福田ら 2008 ; 水谷ら 2018)。

撮影頻度指標 $RAI = (\text{撮影回数 [回]} / \text{カメラ稼働日数 [日]}) \times 100 \text{ [日]}$

撮影された動物種ごとに算出した RAI を用いて、季節間の比較を行った。また、タヌキを含む動物種の溜め糞場における行動カテゴリー (後述) についても、RAI を算出して季節間の比較を行った。本研究では、5 月および 6 月を春期、7 月および 8 月を夏期、9 月および 10 月を秋期とした。

溜め糞場を利用するタヌキ個体数の推定

溜め糞場は複数のタヌキ個体によって共有されており (Ikeda 1984)、溜め糞場の規模の大きさやそこに堆積される糞の数は、その溜め糞場を利用する個体数によって変化すると予測される。溜め糞場がタヌキを含む動物種に何らかの影響を与えるとすると、その影響の大きさは、溜め糞場の規模の大きさに関係しているかもしれない。そこで本研究では、溜め糞場に関する基礎情報としてそれぞれの溜め糞場を利用するタヌキ個体数を推定するため、各地点の溜め糞場において撮影されたタヌキ個体の個体識別を試みた。

データ解析

動物の撮影回数について、季節間で差があるかを検討するために、カイ 2 乗検定を行った。解析には R ver. 4.0.3 (R development core team 2020) を使用し、有意水準を両側検定 5% とした。

結 果

撮影された動物

調査期間全体の延べ撮影日数は計 466 日で、地点 A および地点 B が 162 日、地点 C が 142 日であった。動画の総撮影回数は 9,751 回で、そのうち野生動物の記録が得られた有効撮影回数は 1,369 回 (約 14%) であった。撮影された動物は、哺乳類ではエゾシカ *Cervus*

nippon yesoensis (以下、シカ)、キタキツネ *Vulpes vulpes schrencki* (以下、キツネ)、タヌキ、ヒグマ *Ursus arctos*、エゾユキウサギ *Lepus timidus ainu*、ネズミ類であり、鳥類ではヤマシギ *Scolopax rusticola*、ハト類、カラ類、カラス類であった (表1、表2)。撮影回数が多かったのはシカ、キツネ、タヌキで、これら3種で有効撮影回数のおよそ95%を占めていた。中でもシカの撮影回数が多く、有効撮影回数のおよそ65%を占めた。撮影回数の多かったシカは、特に地点Bにおいて多く撮影された (表1)。撮影回数の少なかったエゾユキウサギは地点A・Bでのみ、またネズミ類は地点Cでのみ撮影された (表1)。鳥類については、ヤマシギおよびハト類が全ての季節で撮影されたのに対し、カラス類およびカラ類は春期のみ見られた (表2)。

撮影回数の多かったタヌキ、シカ、キツネについて、先行研究を参考に種ごとに行動カテゴリーを設定した。まずタヌキについては、手塚ら (2005) に基づいて、排泄 (排尿および排便)、臭い嗅ぎ (溜め糞に鼻を近づける)、その他の行動の3つのカテゴリーに分類した。シカについては、臭い嗅ぎ (溜め糞に鼻を近づける) と摂食 (溜

め糞場に生育する植物を採食する) の2つのカテゴリーに分類した。キツネについては、浦口ら (1997) を参考に、臭い嗅ぎ (溜め糞に鼻を近づける)、マーキング (溜め糞場に向けて片足を上げる)、摂食 (地面から何かをくわえあげ採食する)、探餌 (鼻先で地面を掘る行動) の4つのカテゴリーに分類した。その他の動物については、観察された行動を簡潔に記録した。

撮影頻度指標 (RAI) の比較

季節ごとに算出した動物のRAIを表2に示した。撮影頻度の高かった3種 (シカ、キツネ、タヌキ) の哺乳類において、シカのRAIは春期に最も高かったが、他の2種については夏期および秋期に高かった。春期と夏期の間には有意な変動が見られたが ($P < 0.001$)、夏期と秋期の間には見られなかった ($P > 0.05$)。鳥類については、いずれの種およびグループも春期に値が高くなった。哺乳類と同様、春期と夏期の間に有意な変動が見られたが ($P < 0.001$)、夏期と秋期の間には見られなかった ($P > 0.05$)。

表1. 各調査地点における動物種 (或いはグループ) の撮影回数およびRAI

Animal	A			B			C		
	frequency	%*	RAI	frequency	%*	RAI	frequency	%*	RAI
Mammals									
sika deer	81	29.9	50.0	727	77.0	448.8	76	49.4	46.9
red fox	92	33.9	56.8	160	16.9	98.8	19	12.3	11.7
raccoon dog	79	29.2	48.8	51	5.4	31.5	25	16.2	15.4
brown bear	2	0.7	1.2	3	0.3	1.9	2	1.3	1.2
mountain hare	4	1.5	2.5	1	0.1	0.6	0	0	0
murids	0	0	0	0	0	0	1	0.6	0.6
Birds									
Eurasian woodcock	2	0.7	1.2	0	0	0	6	3.9	3.7
Colunbidae	11	4.1	6.8	1	0.1	0.6	3	1.9	1.9
Paridae	0	0	0	0	0	0	19	12.3	11.7
Corvidae	0	0	0	1	0.1	0.6	3	1.9	1.9

*%は各地点ごとの撮影回数において当該種 (或いはグループ) が占める割合を示す。

表 2. 各季節における動物種（或いはグループ）の撮影回数および RAI

Animal	Spring			Summer			Autumun		
	frequency	%*	RAI	frequency	%*	RAI	frequency	%*	RAI
Mammals									
sika deer	477	77.1	329.0	201	52.5	113.6	206	56.1	143.1
red fox	70	11.3	48.3	108	28.2	61.0	93	25.3	64.6
raccoon dog	37	6.0	25.5	63	16.4	35.6	55	15.0	38.2
brown bear	1	0.2	0.7	3	0.8	1.7	3	0.8	2.1
mountain hare	1	0.2	0.7	1	0.3	0.6	3	0.8	2.1
murids	1	0.2	0.7	0	0	0	0	0	0
Birds									
Eurasian woodcock	3	0.5	2.1	2	0.5	1.1	3	0.8	2.1
Columbidae	6	1.0	4.1	5	1.3	2.8	4	1.1	2.8
Paridae	19	3.1	13.1	0	0	0	0	0	0
Corvidae	4	0.6	2.8	0	0	0	0	0	0

*%は各季節ごとの撮影回数において当該種（或いはグループ）が占める割合を示す。

タヌキを除く動物の溜め糞場における行動

エゾシカ

シカが撮影された 884 回のうち、溜め糞場における行動が観察できたものは 32 回（約 4%）であった。観察された行動は、臭い嗅ぎ、および溜め糞場におけるタデ類およびハコベ類の摂食であった（図 1）。それぞれの行動を RAI 値で季節ごとに比較すると、臭い嗅ぎ行動は、春期に地点 B において最も多く見られ、夏期以降は少なかった（図 2）。摂食行動は、植物の高さが低かった A 地点では見られず、春期および秋期では地点 B、夏期では地点 C において多く見られた（図 2）。

キタキツネ

キツネが撮影された 271 回のうち、溜め糞場における行動が観察できたものは 20 回（約 7.4%）であった。観察された行動は、臭い嗅ぎ、摂食行動、探餌行動、マーキングであった（図 1）。

それぞれの行動を RAI 値で季節ごとに比較すると、臭い嗅ぎ行動は、春期に地点 C において最も多く見られたが、夏期にはどの地点においても見られず、秋期にも少なかった（図 2）。マーキングは地点 B において多く行われ、特に夏期に多かった（図 3）。撮影された動画の中には、タヌキが排糞をしたおよそ 8 分後に溜め糞場を訪れたキツネが臭いを嗅ぎ、マーキングする様子も観察すること

ができた。また地点 B では、1 回ずつではあったものの、溜め糞場における探餌および摂食（図 1、図 2）を観察することができた。

ヒグマ

本研究では、ヒグマが 7 回撮影された。そのうち 1 回ではあったものの、地点 C においてヒグマがタヌキの糞の臭いを嗅ぐ様子を観察することができた（図 2）。ヒグマは臭いを嗅いだ後、すぐに鼻を遠ざけ、進行方向を変えていた。

鳥類

鳥類では、ヤマシギ、ハト類、カラ類、カラス類の 4 者が計 46 回撮影された。このうちハト類を除く 3 者において、嘴で糞をつつき摂食する様子（図 1 にカラス類の例を示した）を計 22 回観察することができた。本行動の多くは、地点 C において春期に観察された（図 2）。特に、カラ類およびカラス類による摂食行動が多く、撮影された鳥類による摂食行動の約 91% を占めた。ヤマシギによる採食は、夏期において 1 回のみ観察された。

タヌキの溜め糞場利用

溜め糞場を利用するタヌキ個体数

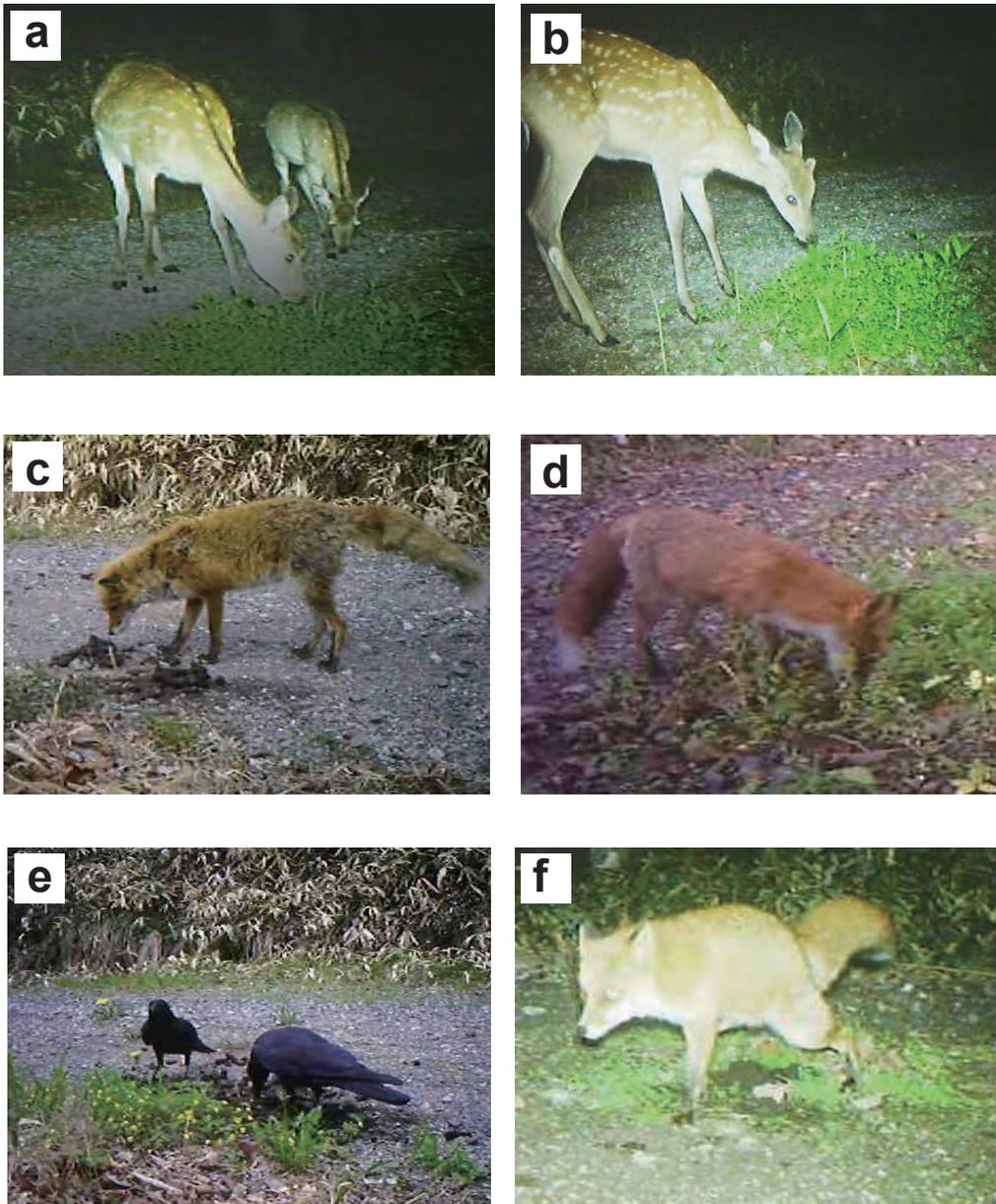
本研究では、各々の溜め糞場を利用するタヌキ個体数

を推定するため、タヌキの出現状況（同時に撮影された個体数等）、体サイズ、換毛の特徴等から個体識別を行った。地点Aでは、夏毛への換毛が見られるペア個体が撮影された2時間後に、冬毛が多く残った1個体が撮影された。またこの1個体とは別に、後頭部（耳介の後方部分）に傷跡のある個体が確認でき、これらを併せて少なくとも4個体による利用が推測された。地点Bでは、ペア個体が撮影された翌日に体サイズの一回り小さい3個体が撮影され、合計5個体による利用が推測された。地点C

では、ペア個体および1個体による利用が複数回撮影されたものの、排泄頻度が少なく個体識別は困難であったため、‘同時に撮影された最大個体数’として、少なくとも2個体による利用が推測された。

それぞれの溜め糞場において、タヌキは毎日排泄を行うわけではなく、同一個体と推定されるタヌキ個体が2日連続で撮影されることもあれば、数日間タヌキの訪問が撮影されないこともあり、タヌキによる溜め糞場利用は不規則であった。

図1. エゾタヌキの溜め糞場において撮影された動物の行動。a. エゾシカの臭い嗅ぎ行動, b. エゾシカの摂食行動, c. キタキツネの臭い嗅ぎ行動, d. キタキツネの摂食行動, e. カラス類の摂食行動, f. キタキツネのマーキング行動。



タヌキ溜糞場における他動物種の行動

図 2. エゾタヌキの溜め糞場において撮影されたエゾタヌキ以外の動物の臭い嗅ぎ行動 (a) および摂食行動 (b) の頻度. 撮影頻度はRAI (本文を参照) で示した. A, B, Cは各調査地点を意味する.

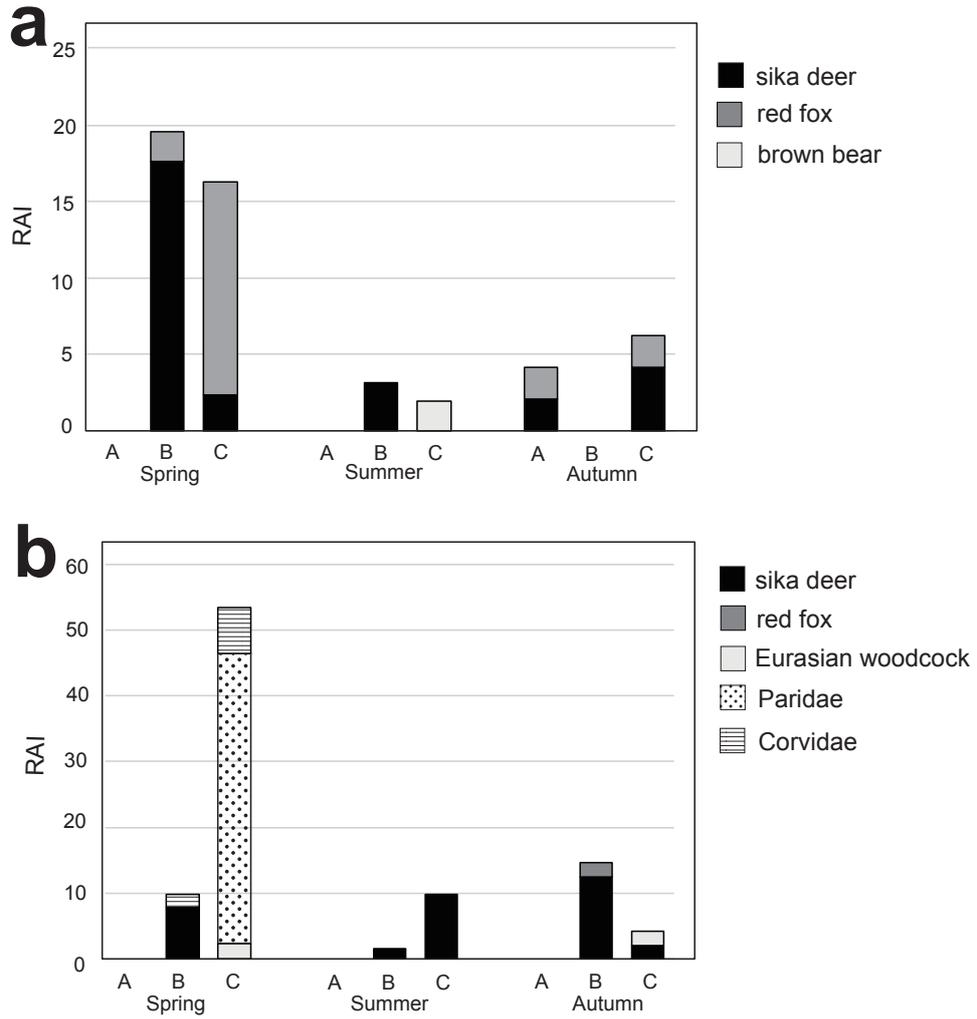


図 3. エゾタヌキの溜め糞場において撮影されたキタキツネのマーキング行動の頻度. 観察頻度はRAI (本文を参照) で示した. A, B, Cは各調査地点を意味する.

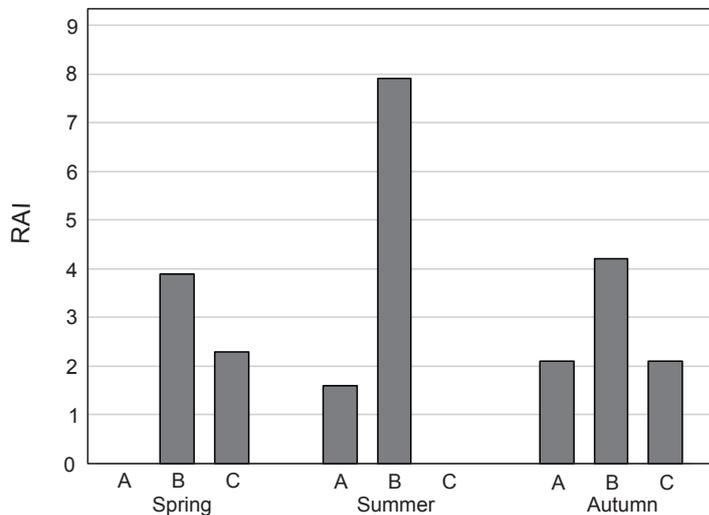
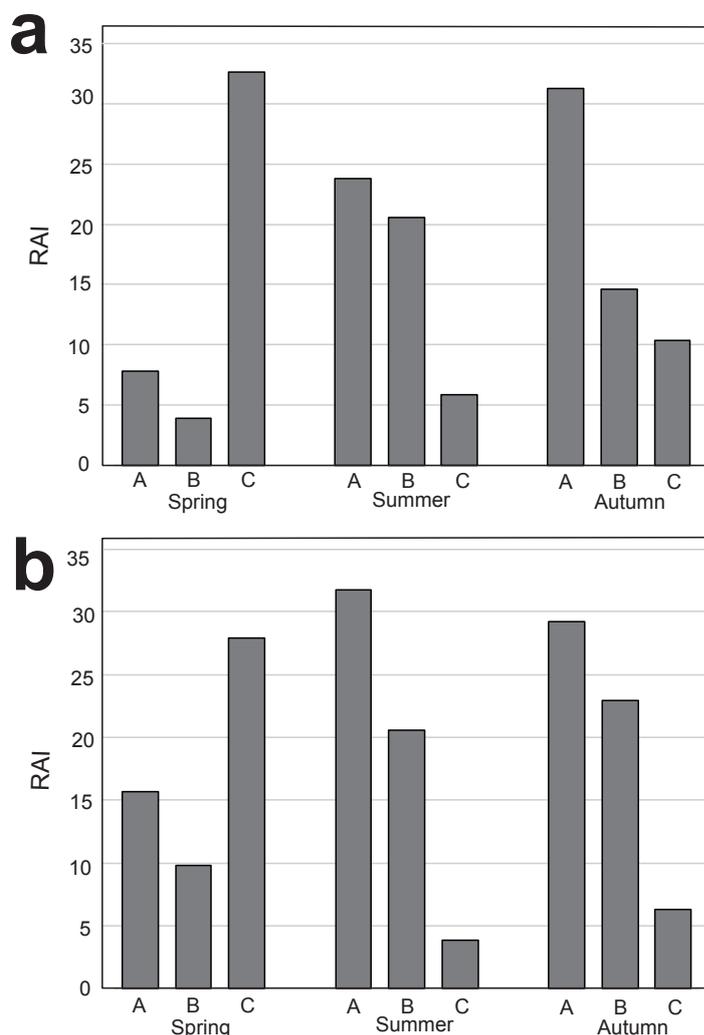


図4. エゾタヌキの溜め糞場において撮影されたエゾタヌキ排泄行動 (a) および臭い嗅ぎ行動 (b) の頻度. 撮影頻度はRAI (本文を参照) で示した. A, B, Cは各調査地点を意味する.



溜め糞場におけるタヌキの行動

本研究において、タヌキは155回撮影され、そのうち溜め糞場における行動が確認できたものは129回(約83%)であった。観察された行動は、排泄、臭い嗅ぎ、およびその他の行動であった。

各々の行動をRAI値で季節ごとに比較すると、溜め糞場におけるタヌキの排泄頻度は、地点Aでは春期において低かったが、夏期および秋期には高くなった(図4)。反対に、地点Cでは春期に排泄頻度が高かったが、夏期および秋期には低くなった(図4)。地点Bでは、夏期に

排泄頻度が高くなったものの、秋期には低下した(図4)。タヌキの臭い嗅ぎ行動は排泄行動と併せて行われることが多く、春期から夏期にかけては排泄頻度の増減に伴って変動したものの、夏期から秋期にかけて地点Aではわずかに減少し、地点Bでは増加した(図4)。

3地点を合計した排泄行動のRAI値は、春期では44.3、夏期では50.3、秋期では56.3であり、秋期の値が高くなった。臭い嗅ぎ行動についても、春期では53.4、夏期では56.2、秋期では58.3であり、排泄行動と同様、秋期の値が高くなった。

考 察

エゾタヌキを除く動物種の溜め糞場における行動

本研究では、タヌキを除く4種および2グループの溜め糞場における行動を観察することができた。溜め糞場における行動は各々の種やグループで異なり、溜め糞場が様々な動物によって多様に利用されていることが明らかとなった。

溜め糞場におけるエゾシカ、キタキツネ、ヒグマの臭い嗅ぎ行動

春期におけるシカの臭い嗅ぎ行動は地点Bにおいて、またキツネの臭い嗅ぎ行動は地点Cにおいて多く見られた(図2)。地点Cでは春期においてタヌキの排泄行動が多く観察されていたため、キツネの臭い嗅ぎ行動は新鮮な糞の臭いに誘引された結果であるかもしれない。しかしながら、シカの臭い嗅ぎ行動が多く見られた地点Bではタヌキの排泄頻度が低かった。また、地点Aおよび地点Bにおいてタヌキの排泄頻度が高くなった夏期および秋期には両種の臭い嗅ぎ行動が少なく、新鮮な糞の臭いが必ずしも他種の臭い嗅ぎ行動を引き起こすものではないと考えられる。他動物種の臭い嗅ぎ行動を引き起こす要因として、新鮮な糞であることの他に、タヌキの糞に含まれる物質の季節的な変化が関係しているのかもしれない。例えば、Nolte et al. (1994) は、捕食者の尿に対する齧歯類の嫌悪感は、捕食者の摂食資源の変化に伴って変化することを報告している。タヌキの摂食資源も季節によって変化し(高槻 2016)、これに伴って排泄物に含まれる臭いに関連する物質も変化すると考えられる。そしてその結果、他動物種に対する糞の影響も変化するのかもしれない。

夏期において、地点Bでヒグマが溜め糞場の臭いを嗅ぐ行動を確認することができた。ヒグマは臭いを嗅いだ後、鼻を遠ざけ進行方向を変更させたがその行動学的な意味は不明であった。しかしながら、中型の食肉類であるキツネ等のみならず、大型食肉類のヒグマがタヌキの溜め糞場に関心を示すことが本研究で明らかになった。

溜め糞場におけるエゾシカ、キタキツネ、鳥類の摂食行動

本研究では、シカが溜め糞場においてタデ類およびハコベ類を摂食する様子を観察することができた。長野ら(2014)では、シカがタヌキの溜め糞場を避けて行動・採食することや、その結果として溜め糞場にシカ可食植物が残存する可能性が示唆されたが、本研究ではこのような忌避行動は見られず、反対に溜め糞場に生育する植物の摂食行動が認められた。二宮ら(2007)は、オオカミ *Canis lupus* の糞にはシカを含む草食獣に忌避効果をもたらす何らかの物質が含まれることを示唆している。今回はシカによる忌避行動は見られなかったが、長野ら(2014)でシカの忌避行動が示唆されたことから、タヌキの糞にもシカが嫌悪感を抱く何らかの物質が含まれているのかもしれない。これについては今後の検討課題であろう。

キツネでは、溜め糞場において探餌および摂食の様子を各1回確認することができた。明確な個体識別は出来ていないが、これらの行動は同日に地点Bで撮影されており、同一個体によるものであると考えられ、摂食が行われた約4時間後に探餌の様子が見られた。映像データから、キツネが何を摂食したかを特定することは困難であったが、咀嚼の様子からおそらく昆虫類であったと考えられる。地点Bではタヌキによる探餌行動も見られており、他の地点に比べて甲虫や糞虫などが糞塊に多く存在していたことが考えられる。溜め糞場を訪れたキツネがその存在に気づき、学習をした結果、再び同じ地点で探餌行動を行ったのかもしれない。

鳥類の溜め糞場における摂食行動は、春期に多く見られた(図4)。摂食行動が見られた鳥類(ヤマシギ、カラ類、カラス類)はいずれも雑食性であり(叶内 2014)、最も多く摂食行動が見られたカラ類については、鱗翅目の幼虫、双翅目の幼虫、および半翅目を採食資源として多く利用することが知られている(中村 1970)。また、動物の糞が多くの双翅目の発生源となる(Nishijima et al. 1979; Iwasa 2007)ことから、おそらくタヌキの糞中に存在していた双翅目の幼虫等をカラ類は摂食していたと

考えられる。また、鳥類による摂食行動のほとんどが春期に地点Cにおいて見られた要因として、春期は地点AおよびBにおいてタヌキの明確な排便行動が見られず、昆虫類の発生源である糞が十分に堆積していなかったためであると考えられる。

溜め糞場におけるキツネのマーキング行動

本研究では、キツネがタヌキの溜め糞でマーキングを行う様子を観察することができた。キツネのマーキング行動は地点Bにおいて多く見られ、特に夏期に多かった(図3)。キツネは警戒心が強く、移動しながら、切り株や岩の上など目立つ場所に頻繁にマーキングを行う(中園ら1989)。キツネの撮影回数は地点Bで夏期に最も多かった(表1、表2)ことから、キツネは地点Bを主要な移動経路として利用しており、移動途中で溜め糞場に対してマーキングを行っていたことが考えられる。

キツネがタヌキの溜め糞場にマーキングを行う理由は不明であるが、タヌキを含む他動物種に対して自身の存在を示すためであるかもしれない。マーキングには、生息地を共有する他個体に対して縄張りを示す役割(Buesching et al. 2019)や、個体間の優劣関係を維持する役割(正高1989)がある。キツネとタヌキでは、時として餌資源が重複する(増田ら2009)ことから、キツネはタヌキを競争相手として認識し、マーキングを行うことで、自身の存在および縄張りを示しているのかもしれない。すなわち、タヌキとキツネは溜め糞場を介して互いの存在を認識していると考えられる。

エゾタヌキの溜め糞場利用

タヌキの溜め糞場における排泄行動(情報を発信する頻度)および臭い嗅ぎ行動(情報を受信する頻度)の頻度は、季節によって変化し、また、地点ごとでも大きく異なる傾向を示したが、両者では類似したパターンが認められた(図4)。各地点を利用する個体数は異なっており、これが本研究の結果としてあらわれたのかもしれない。また、タヌキは行動圏の中に約10地点の溜め糞場を持っており、頻繁に利用される溜め糞場とそうでない

ものが存在する(Ikeda 1984)。そのため、溜め糞場ごとに個体の訪問頻度が不規則になる。今回の結果もこの不規則な溜め糞場利用を反映しているのかもしれない。両行動について、3地点でのRAI値を合計し、季節間で比較した結果、その値は秋期に最も高くなった。小泉ら(2017)では、秋期に溜め糞場における臭い嗅ぎ行動が増加し、情報交換が活発になることが報告されており、今回の結果はこれと一致していた。今回の研究では観察地点等が少なく一般傾向についてこれ以上の考察はできないが、季節による排泄行動および臭い嗅ぎ行動の変化は興味深い研究課題であろう。

結 論

本研究では、タヌキの溜め糞場において、シカ、キツネ、鳥類の摂食行動が確認され、これらの動物が溜め糞場を採餌の場として利用していることが明らかとなった。シカは溜め糞場に生育した草本植物を、また、キツネおよび鳥類ではタヌキの糞中に発生した昆虫類を摂食していることが示された。またキツネ、シカ、そしてヒグマの3種において、溜め糞場での臭い嗅ぎ行動が見られ、溜め糞場に対して関心があることが示唆された。キツネでは、溜め糞場における排尿行動が観察され、これはマーキングであると考えられた。シカおよびヒグマでは排泄行動が見られなかったため、タヌキの情報が一方的に収集されただけであったが、キツネとタヌキは溜め糞場を介して情報を共有していることが示唆された。溜め糞場におけるタヌキの排泄頻度は利用するタヌキの個体数、季節、地点などによって変化し、それによって溜め糞場の規模も変化すると考えられる。タヌキ以外の動物たちは、そのような溜め糞場の状況の変化を汲み取りながら、適宜利用しているのかもしれない。

謝 辞

本研究を行うにあたり、お世話になった九州大学北海道演習林のスタッフの皆様へ深く感謝する。そして、暖

かい御指導を頂いた帯広畜産大学野生動物管理学的研究室の柳川久教授、浅利裕伸准教授、および同大保全科学研究室の赤坂卓美助教、さらに各研究室の皆様深く感謝したい。

引用文献

- Buesching CD, Newman C, Katrina S, Macdonald DW, Riordan P. 2016. Latrine marking patterns of badgers (*Meles meles*) with respect to population density and range size. *Ecosphere* 7(5) : e01328.
- Desbiez ALJ, Kluyber D. 2013. The role of giant armadillos (*Prionomys maximus*) as physical ecosystem. *Biotropica* 45: 537-540.
- Di Blanco YE, Desbiez ALJ, di Francescantonio D, Di Bitetti MS. 2020. Excavations of giant armadillos alter environmental conditions and provide new resources for a range of animals. *Journal of Zoology* 311: 227-238.
- 福田秀志, 高山元, 井口雅史, 柴田叡弼. 2008. カメラトラップ法で明らかにされた大台ヶ原の哺乳類相とその特徴. *保全生態学研究* 13: 265-274.
- Ikeda H. 1984. Raccoon dog scent marking by scats and its significance in social behaviour. *Journal of Ethology* 2 : 77-84.
- Iwasa M. 2007. Review of the flies (Diptera) associated with animal dung and human feces in Japan. *Medical Entomology and Zoology* 58: 155-166.
- 叶内拓哉. 2014. 日本の野鳥新版(山溪ハンディ図鑑)(安部直哉編). 671 pp. 山と溪谷社, 東京.
- 小泉璃々子, 酒向貴子, 手塚牧人, 小堀 睦, 斎藤昌幸, 金子弥生. 2017. 東京都心部の赤坂御用地におけるタヌキの溜め糞場における個体間関係. *フィールドサイエンス* 15: 7-13.
- Lumkes RA, Day CC, Zollner PA. 2019. Behavioral response of the mammalian community to river otter latrine activity. *American Midland Naturalist* 182: 75-88.
- 正高信男. 1989. 霊長類の臭いによるコミュニケーションについて. *霊長類研究* 5: 121-128.
- 増田隆一, 福江佑子, 谷地森秀二, 浦口宏二. 2009. タヌキとキツネの多様性科学. *哺乳類科学* 49: 137-141.
- 宮崎雅雄. 2016. 哺乳動物の嗅覚コミュニケーション. *におい・かおり環境学会誌* 47: 25-33.
- 水谷瑞希, 三ツ橋士郎. 2018. 志賀高原ガイド組合による自動撮影カメラを用いた中・大型哺乳類相調査. *志賀自然教育研究施設研究業績* 55: 17-23.
- 長野 秀美, 福本 繁, 高柳 敦. 2014. シカ可食植物のレフュージアとして機能するタヌキのため糞場. 第125回日本森林学会大会講演要旨集: 118.
- 中村登流. 1970. 日本におけるカラ類群集構造の研究, II 採食場所, 食物の季節的変動および生態的分離. *山科鳥類研究所研究報告* 6: 141-169.
- 中園敏之・土肥昭夫. 1989. 哺乳類の捕獲法. *哺乳類科学* 29: 43-51.
- 二宮茂, 金田菜美, 安部直重, 佐藤衆介. 2007. ニホンジカ・ウシ・ヒツジにおけるオオカミ糞による摂食忌避効果. *日本家畜管理学会・応用動物行動学会誌* 43: 36-37.
- Nishijima Y, Iwasa M. 1979. Flies occurring from wild brown bear dungs in Hokkaido. *Medical Entomology and Zoology* 30: 355-359.
- Nolte DL, Mason JR, Epple G, Aronov E, Campbell DL. 1994. Why are predator urines aversive to prey? *Journal of Chemical Ecology* 20: 1505-1516.
- Osugi S, Trentin BE., Koike S. 2020 What determines the seedling viability of different tree species in raccoon dog latrines? *Acta Oecologica* 106: 103604.
- R Core Team. 2020. R : A language and environment

- for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. DOI : <https://www.R-project.org/>.
- ・白井亮久. 2017. 武蔵学園構内におけるホンダヌキの生息状況～“守衛さん”の巡回による目撃情報と痕跡調査に基づく2016年度の記録と過去の聞き取り調査～. 武蔵高等学校中学校紀要 2: 33-80.
 - ・Stewart PD, Macdonald DW, Newman C, Tattersall FH. 2002. Behavioural mechanisms of information transmission and reception by badgers, *Meles meles*, at latrines. *Animal Behaviour* 63: 999-1007.
 - ・Swihart RK. 1991. Modifying scent-marking behavior to reduce woodchuck damage to fruit trees. *Ecological Applications* 1: 98-103.
 - ・高槻成紀. 2016. タヌキ学入門 : かちかち山から 3.11 まで身近な野生動物の意外な素顔. 239 pp. 誠文堂新光社, 東京.
 - ・手塚牧人, 遠藤秀紀. 2005. 赤坂御用地に生息するタヌキの溜め糞場利用と食性について. 国立科学博物館専報 39: 35-46.
 - ・辻大和, 布施未恵子. 2013. 霊長類を巡る種間関係 : 特集記事の趣旨説明. 霊長類研究 29: 83-86.
 - ・浦口宏二, 高橋健一. 1997. 養豚場の畜産廃棄物に対するキタキツネの摂食行動. 日本家畜管理学会誌 32: 75-82.
 - ・Yamamoto I. 1984. Latrine utilization and feces recognition in the raccoon dog. *Journal of Ethology* 2 : 47-54.
- between various organisms must be elucidated. In ecosystems, there are often indirect interspecific interactions between organisms, which occur without direct contact. For instance, it is suspected that the latrines (fecal masses) of Japanese raccoon dogs, which are frequently found in the forests of Hokkaido, Japan, are avoided by sika deer would have avoided the latrines (fecal masses). To clarify the effects of these latrines on the ecosystem, automatic video cameras were used to observe the behaviors of wild animals at the latrines from May 5 to October 18, 2021, in the Hokkaido Research Forest of Kyushu University, Ashoro, Hokkaido, Japan. We successfully recorded the behaviors of sika deer, red fox, brown bear, mountain hare, murids, Eurasian woodcock, Columbidae, Paridae, and Corvidae. Of them, we successfully recorded the behaviors of sika deer, red fox, brown bear, Eurasian woodcock, Paridae, and Corvidae. The sika deer, red fox, and brown bear smelled the latrine, showing their interests in the Japanese raccoon dog fecal information. The latrines also provided food resources for other animals, as the sika deer fed on the grasses growing in the latrine, and the red fox, Eurasian woodcock, Paridae, and Corvidae consumed insects in the fecal masses. Moreover, the red fox showed ‘marking behavior’ for the latrine, suggesting that the Japanese raccoon dog and red fox may use them to share information. The results indicate that the latrines of Japanese raccoon dogs are useful to other animals and indirectly affect their behaviors.

Effects of Japanese raccoon dog (*Nyctereutes viverrinus albus*) latrines on the behaviors of other animals in their ecosystem

To understand how the community structures are maintained within ecosystems, the complicated relationships