

SSN 2435-7588



道路生態研究会誌

JOURNAL OF ROAD ECOLOGY
RESEARCH SOCIETY OF JAPAN

第 6 号

No.6

2022 年 6 月

June 2022

道路生態研究会誌

JOURNAL OF ROAD ECOLOGY RESEARCH SOCIETY OF JAPAN

第 6 号

No.6

目 次

道路生態研究会誌 第 6 号の発行に寄せて	2
1. これまでの経緯・活動	3
2. 研究会 記録	4
研究発表会 記録	4
オオタカ保護とロードキル対策の比較による里地里山の野生生物保護管理に関する研究	5
野生哺乳類の生息地連続性確保のための道路横断施設の計画に関する研究	7
現地見学会 記録	11
「奄美大島におけるアマミノクロウサギの交通事故対策の現状と課題」	11
「沖縄島北部における動物の交通事故対策」	11
「カンムリワシのロードキル発生状況と対策」「ツシマヤマネコのロードキル対策」	12
「イリオモテヤマネコの交通事故対策について」	12
3. 原著論文	15
「東京都町田市”タヌキトンネル”設置効果：実際に利用する野生動物は何か」	15
4. 会 記	33
5. 編集後記	33
会則	34
道路生態研究会研究部会 細則	38
「道路生態研究会誌」編集・投稿規定	38
「道路生態研究会誌」執筆要領	39
道路生態研究会 入会のご案内	40

道路生態学会誌 第 6 号の発行に寄せて

巻頭のご挨拶

道路生態学会 代表 亀山 章

道路生態学会誌第 6 号では、原著論文として、塚田英晴氏らの「東京都町田市“タヌキトンネル”設置効果：実際に利用する野生動物は何か」を掲載しました。本誌では第 4 号で初めて原著論文 1 編が、第 5 号では資料 2 編が掲載され、学術誌への発展が少しずつ進んでいることを大変うれしく思います。

新型コロナウイルス蔓延による社会経済活動への制約が相変わらず続いています。学術活動も大きく影響を受け、多くの学会大会やシンポジウムが中止やオンラインでの開催となっています。このような中で、本研究会は何とか活動を続けるべく、会員の皆様のご協力も得て、色々工夫を重ねてきました。

その中で今年度の見学会はオンライン開催という初めての試みで、奄美沖縄地方の環境省管理事務所のご協力のもと、なかなか現地には行く機会のない当地の話題をご提供頂きました。ここでは、これまで本研究会でも取り上げてきたロードキル問題が顕在化していました。特に当地の貴重な固有種に対するロードキル問題は深刻です。もはや道路施設などの対策より、自動車・ヒト側の問題であり、ロードキルを起こさない自動車のスピード・通行制限などに対する社会の理解が必要であると感じます。研究会としても何らかの貢献ができればと思います。

いずれ、一堂に会した研究発表会やシンポジウム、現地での見学会などが普通にできる時期がくることを願いますが、遠隔地へも移動なくして参加できるというオンライン形式もまた新しいスタンダードとして受け入れられていくでしょう。

引き続き、研究会誌への投稿をはじめ、研究会活動へのご参加・ご協力をお願いいたします。

1. これまでの経緯・活動

2015 年

12 月 11 日 設立総会, 第 1 回研究発表会

2016 年

6 月 11 日 通常総会, 第 2 回研究発表会
10 月 3 日 第 1 回現地見学会 (千葉県茂原市 首都圏中央連絡自動車道 茂原北 IC ほか)
11 月 22 日 第 2 回広げよう「野生動物の歩道橋」〜コリドーで繋ぐ森と命〜を共催, 講演実施
12 月 3 日 第 3 回研究発表会, 研究会誌第 1 号を発行

2017 年

6 月 10 日 通常総会, 第 4 回研究発表会
10 月 1 日 第 5 回研究発表会
10 月 16 日 第 2 回現地見学会 (東京都八王子市・あきる野市 首都圏中央連絡自動車道 八王子 JCT, あきる野 IC)

2018 年

6 月 9 日 通常総会, 第 6 回研究発表会, 研究会誌第 2 号を発行
10 月 9 日 第 3 回現地見学会 (山梨県北杜市 やまねミュージアム, アニマルパスウェイ)
11 月 11 日 公開シンポジウム「人口減少社会における緑と生き物の共存を考える」(麻布大学)

2019 年

6 月 8 日 通常総会, 令和元年 第 7 回研究発表会, 研究会誌第 3 号を発行
10 月 30 日 第 4 回現地見学会 (東京都目黒区, 埼玉県さいたま市 首都高速道路 おおはし里の杜, 見沼たんぼ首都高ビオトープ)
11 月 23 日 公開シンポジウム
「自動車新時代を見据えて: 近未来の自動車の在り方とロードキル」(東京農業大学)

2020 年

6 月 13 日 通常総会 (新型コロナウイルス感染防止のため書面審議), 研究会誌第 4 号を発行
11 月 14 日 シンポジウム「ロードキルの現状と現状把握のための新たな取り組み」, 「スマートフォンアプリを用いた市民参加型調査によりロードキル現状把握の取り組み」・第 8 回研究発表会 (高速道路調査会およびオンラインによる開催)

2021 年

6 月 19 日 通常総会 (新型コロナウイルス感染防止のため書面審議)・第 9 回研究発表会 (高速道路調査会およびオンラインによる開催)
11 月 12 日 研究会誌第 5 号を発行
12 月 18 日 第 5 回現地見学会 (奄美・沖縄地方 オンラインによる開催: 環境省 奄美群島国立公園管理事務所・やんばる自然保護官事務所・石垣自然保護官事務所・西表自然保護官事務所)

2022 年

4 月 4 日 幹事会
5 月 13 日 幹事会
6 月 4 日 通常総会・研究発表会 (新型コロナウイルス感染防止のためオンライン開催), 研究会誌第 6 号を発行

2. 研究会 記録

研究発表会 記録

開催日時：2021（令和3）年6月19日（土） 13:45～17:05

場 所：公益財団法人 高速道路調査会 会議室およびオンライン

参 加 者：34 名（会場 8 名，オンライン 26 名）

内 容：

研究発表 1

「オオタカ保護とロードキル対策の比較による里地里山の野生生物保護管理に関する研究」

末次優花（元鳥取大学大学院/（株）地域計画建築研究所）

研究発表 2

「野生哺乳類の生息地連続性確保のための道路横断施設の計画に関する研究」

園田陽一（元筑波大学大学院/（株）地域環境計画）

研究発表

オオタカ保護とロードキル対策の比較による里地里山の野生生物保護管理に関する研究

末次優花 (元鳥取大学大学院/ (株) 地域計画建築研究所)

1. はじめに

里地里山は、長い歴史の中でさまざまな人間の働きかけを通じて二次的自然環境が形成されてきた地域であり、適度な攪乱が繰り返し加えられることによって多くの固有種や絶滅危惧種を含む多様な生物の生息・生育地となっている。それと同時に、人間の生活・生産活動の場でもある。国土の6割以上を占める里地里山において、野生生物の保護管理と人間活動の両立を目指す具体的な手法を確立することは、日本の生物多様性保全にとって極めて重要である。里地里山の野生生物保護管理に関する研究は、大型哺乳類の生息地及び生息個体数の管理や農林業被害に関する研究、野生生物の生息環境、土地利用の解析など多数行われている。しかし、里地里山に一般的に存在する林業地（人工林）及び交通基盤（道路）と野生生物との軋轢の解消に関する研究は少ない。

そこで本研究では、鳥取県を対象として、里地里山における「林業」及び「道路」と野生生物の保護管理の現状と課題を「技術」と「仕組み」の両面から明らかにしようとした。

2. 鳥取県立大山オオタカの森における事例研究

オオタカ (*Accipiter gentilis*) の積極的保護が試行されているアカマツ人工林「鳥取県立大山オオタカの森」を事例研究地とした。オオタカの生息する針葉樹人工林の管理方法は国内外の資料により示されてきたが、オオタカ営巣林で積極的に施業を実施し、好ましい環境の維持改善を試みた事例はほとんど見られない。希少猛禽類の保護は生息環境を良好に保つことが必須であり、状況に応じて積極的な管理が必要である。

事例研究地は、オオタカの生息環境改善を目指した施業の試行と共に、用材林としての持続的利用も目指されていた。そこで、まず、文献調査により事例研究地が成立した歴史と保護管理体制を整理し、保護管理の仕組みを明らかにした。その結果、関係機関の協力による調査研究に基づいた保護管理計画の立案・実施により、アカマツ人工林が維持されていることがわかった。保護管理の仕組みが成立した歴史的要因は、①保護活動の発起人・団体の存在、②保護管理の実行体制の構築、③法令（条例）の制定であった。

次に、試行された施業（主林木であるアカマツの間伐及び亜高木層に達する広葉樹の除伐）後のモニタリングにより、植生と鳥類に対する影響を評価した。調査内容は、具体的な施業内容の整理、毎木及び植生調査、生息鳥類調査、植生・土地被覆図の作成とした。その結果、植生については、オオタカの営巣環境として重要な要素である①営巣木として利用できる大径高木の育成、②林内の飛翔空間の確保の2点が達成されており、これらは用材林の管理としても適切であった。鳥類については、鳥類群集の出現個体数と種多様度は施業による大きな影響は生じておらず、種多様度は他地域の人工林や広葉樹林と比較し同等以上と考察された。

以上から、オオタカの生息地保護と用材林育成は両立し得ることが明らかになった。

3. 鳥取県におけるロードキル記録の事例研究

鳥取県全域を対象として、県下の道路管理者等（44 部署）、警察、博物館、傷病鳥獣保護窓口（4 部署）への聴き取り調査を行い、ロードキル記録を収集・解析した。その結果、対策を計画する上で最も基礎的な情報であるロードキル記録には多くの課題があることが明らかになった。

記録が無い機関・部署があった他、動物種名、位置・時間情報等の記録項目、記録の保管方法・年限、データの開示等について課題があった。こうした記録不備の原因は、記録をロードキル対策に活用するという考え方が高速道路以外では極めて希薄であるなど、ロードキル記録の制度上の位置付けの不在にあると考察した。また、記録が改善されるまで不備のある記録をどのように利用できるか（有用性）とその限界について考察した。

以上をふまえて、各機関におけるロードキル記録の必要性と業務負担をふまえた改善策を提案した。さらに、問題が生じる根本的な原因を解消するために、記録システムの構築及び法令による記録の位置付けの提案を行った。鳥取県では、ロードキル対策の基礎となる記録に、仕組みと技術の両面に多くの課題があることが明らかになった。

4. 総合考察

先に述べたオオタカ保護とロードキルという 2 つの事例研究は、鳥取県という同じ行政区内の里地里山における野生生物保護管理の問題であるにも関わらず、その仕組みと技術に大きな違いがあることが明らかになった。

オオタカ保護とロードキル対策の法令や施策等の変遷を歴史的に整理した結果、保護管理に生じた差異の根本的な原因は、行政、研究者、自然保護団体の保護意識の違いであると考えられた。意識の違いが生じた要因は、保護対象種の位置付けと各事業の維持管理の性質の違いにあると考察された。大山オオタカの森では、対象が希少種であったため保護意識が強く働き、保護管理の仕組みが実現していた。保護管理実現の要因は、人工林の長期保育とモニタリングに基づいた野生生物の保護管理が、長期的な順応的管理という点で一致するためと考えられた。一方、ロードキル記録は、対象が主に普通種であったため保護意識が希薄であったことと、道路の環境保全措置が新規事業の整備当初の段階に限定されるという性質により、保護管理が実現していないと考えられた。

これらの知見は里地里山における生態系及び生物多様性の保護管理を社会に実装するために役立てられることが望ましい。

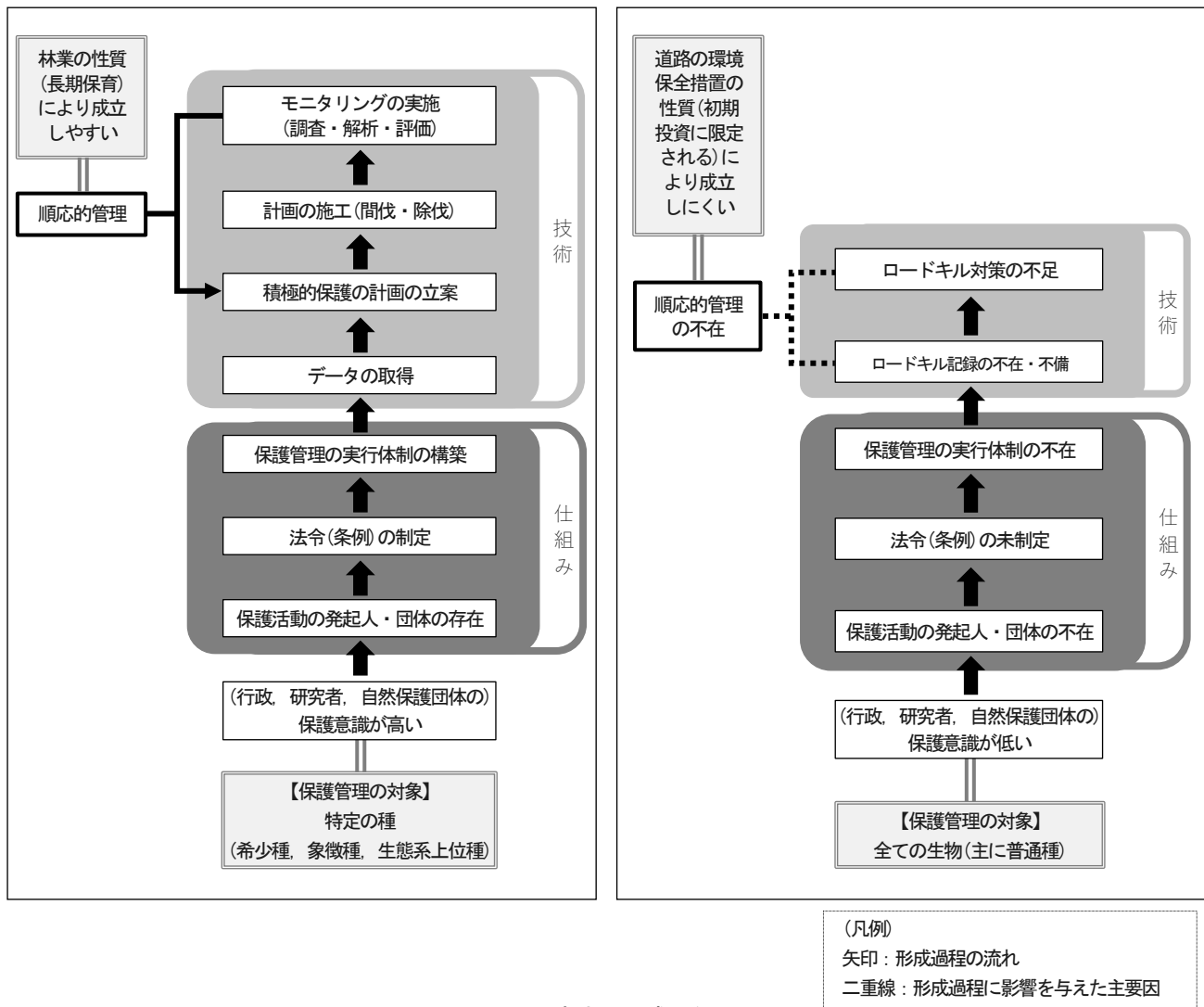


図 意識の形成過程

(左：鳥取県立大山オオタカの森における積極的保護の形成過程、右：鳥取県におけるロードキル記録の現状の形成過程)

※本発表は以下の学位論文を基にしているため、詳細な内容や引用文献等については以下論文をご参照願いたい。

末次優花. 2021. オオタカ保護とロードキル対策の比較による里地里山の野生生物保護管理に関する研究. 鳥取大学大学院連合農学研究科 甲第 767 号 学位論文. pp161 <https://repository.lib.tottori-u.ac.jp/ja/12432>

研究発表

野生哺乳類の生息地連続性確保のための道路横断施設の計画に関する研究

園田陽一（元筑波大学大学院/（株）地域環境計画）

1. はじめに

わが国では、環境影響評価に基づく環境保全措置の一つである道路横断施設の設置が行われてきた。特に新設の道路における野生哺乳類のエコロジカル・コリドーとしての道路横断施設の計画は、事業の中で任意で行われ、政策的な位置づけがないままに、実施されてきた。

そのため、わが国において国や自治体、NPO などによりボトムアップにより道路横断施設が計画される中、主体による保全活動を誘導し、活動を支援するための方策を示すことが重要である。また、野生哺乳類に対する行動あるいは物理的な障壁として作用する道路の影響を代償、低減技術として、道路横断施設の構造や設置環境を明らかにすることが必要とされる。

2. 研究の目的

本研究では、道路による野生哺乳類の生息地の分断化を低減・代償するため、野生哺乳類の道路横断施設の計画について政策・運用の視点と技術的な視点から提言を行った。

また、政策・運用の視点では、道路横断施設の施策としての位置づけや多様な主体や利害関係者との関係について提案した。また、技術的な視点では、広域的なスケールにおける野生哺乳類の生息地である森林や保護区に対して、道路によるバリア効果に配慮した道路横断施設の計画の方策を示した。また、事業レベルにおける野生哺乳類の種/グループの利用を促進するための道路横断施設の構造や設置環境の技術的解決策を提案した。

3. 野生哺乳類の生息地連続性確保のための道路横断施設の政策的位置づけと運用

(1) LIFE programme におけるプロジェクトとわが国のプロジェクトとの政策的な位置づけと運用の比較

EU の Natura2000 ネットワークを推進するための協調融資である LIFE programme について、野生哺乳類のエコロジカル・コリドー形成のための保全プロジェクトの目的、内容、成果を体系的に分析した。さらに、エコロジカル・コリドー形成における野生哺乳類の保全施策と運用実態について、保全のプロセス、利害関係者との関係を明らかにし、わが国における運用実態の比較を行った。

(2) 道路横断施設の計画に向けた EU の政策と運用の特徴と日本の政策の位置づけと運用の課題の整理

EU とわが国における道路横断施設の計画に関わる政策の内容を整理し、わが国の政策における課題を明らかにした。

4. 野生哺乳類のための道路横断施設の構造と設置環境

(1) 野生哺乳類に対する道路横断施設の事例の現状と課題

全国における野生哺乳類の生息環境となる森林と保護区の分布と道路の交通量との関係を明らかにした。さらに、わが国において事業者により実施された保全目標種に対する生息地分断対策事例について整理し、道路横断施設が設置された森林の連続性、保全目標種、道路横断施設のタイプ、事後調査の現状と課題を分析した。

(2) 野生哺乳類による道路横断施設の利用と環境要因の関連性の解析

北海道と山梨県の事例を選定し、周辺に生息する種と道路横断施設の利用の関連性、野生哺乳類の利用と道路横断施設の構造、ランドスケープ要因との関連性を分析した。その成果から、野生哺乳類の種/グループの利用を促進する道路横断施設の構造や設置環境について考察を行った。

(3) EU の道路横断施設ガイドラインにおける道路横断施設の構造と設置環境

わが国の道路横断施設の構造や設置環境の成果は、生息する野生哺乳類の生態や地域的なランドスケープの特徴に基づいたものである。そのため、EU における道路横断施設の計画と本研究で得られたわが国の道路横断施設

設の構造や設置環境についての知見との比較を行い、わが国で道路横断施設を計画するうえで参考となる技術的な知見について明らかにした。

5. わが国における道路横断施設の計画のための提言

(1) 種と保護区、コンフリクト・ポイントを空間明示した道路横断施設の計画の重要性

道路横断施設の計画における種や生息地の分布情報や道路によるバリア効果の分析や道路横断施設の設置状況から、生物多様性情報に基づくコンフリクト・ポイントの図化を進めていく視点が重要である。協働・連携のプロセスとして、多様な主体による地域連携の取り組みの推進の中で、地方自治体におけるエコロジカル・ネットワーク計画において、道路横断施設の計画のプロジェクトを市区町村の行動計画として位置づけ、多様な主体と利害関係者間の重層的なネットワークによる計画と管理を実施することが必要である。保全の誘導方策として、道路横断施設を位置づけ、NPO や企業の保全活動における資金調達の方策を制度として構築することが重要である。

(2) わが国における道路横断施設に関わる技術的解決策の提言

広域的なスケールでは、道路横断施設の計画のための道路横断施設に関わる技術的解決策として、保全目標とする野生哺乳類の個体群の保全の視点から、「道路横断施設の計画の空間レベルでの階層性構築」が重要であることが示された。広域的スケールでの森林の連続性や個体群の階層性から保全目標種と道路横断施設の設置環境と構造を検討することにより、全体としてエコロジカル・ネットワークを形成することが可能である。

事業レベルでは事業対象地において周辺環境の分布と道路横断施設の利用のアバンダンスについて事前に調査し、生息密度の高い生息地間に道路横断施設を設置し、施設の構造や誘導植栽の検討を行うことにより、施設の利用が促進できる。

道路横断施設の設置において①既設道路や新設道路の構造（平坦、盛り土、切土、谷部）、②保全目標とすべき種に配慮した、施設の開放性や体積、③地域のランドスケープの特徴を考慮し、種の分布や存在量と施設周辺の土地利用の把握、④多様な種の利用を促進するような付帯施設の検討、⑤施設間距離への配慮、⑥自然環境の不確実性に対する事後調査が重要である。また、道路によるロードキル、バリア効果といった生態学的な負の影響に対して、ノーネットロス、さらにはネットゲインとなるような道路横断施設と付帯施設の設置が重要である。

質疑応答およびパネルディスカッションの概要

研究発表に関する質疑応答

「オオタカ保護とロードキル対策の比較による里地里山の野生生物保護管理に関する研究」

・オオタカ保護について

保全とともに林業という経済活動を合わせて調査していることが特徴。オオタカは 2012 年に環境省のレッドリストで準絶滅危惧種に選定され、絶滅危惧種ではなくなった。それを受けて 2017 年に種の保存法の国内希少野生動植物種から解除された。研究を始めた頃は絶滅危惧種に指定されていた。現在は生態系の上位種という視点から着目している。

・オオタカの餌動物について

鳥類を選定した理由は、直接大山オオタカの森でのデータではなく既往研究による。現地ではヒヨドリの捕食などの事例はある。

・ロードキルに対する関係機関の関心・認識

ヒアリングを行った印象では警察、救護等、道路管理者の別により思いが違いますが、行政ではロードキル記録を活用すること、対策ができること自体を知らず、ロードキルの記録を整備する認識が低い印象である。

・ロードキル記録の活用

ロードキル記録のフィードバックが維持管理の低減、事故の防止のためにデータとして利用できることのメリットを感じている機関もあるが、具体的は協力関係にまで至っていない。データを維持管理に活用している他事例の紹介等によって意識改善を図る必要がある。動物の分布範囲を把握するための活用という位置づけの方がモチベーションを得られやすそうだ。

得られたデータ、情報をヒアリングした機関に返すこと。博物館、県や市などへ知る機会を作り、ロードキル情報の実態を知らせることも大事と思う。

・ロードキル記録の様式

ロードキル個体の腐敗などのため、触って性別を確認したり、計測までお願いするのは難しいが、少なくとも種・個体数は記録してもらいたい。様式案を作成し提案したい。

「野生哺乳類の生息地連続性確保のための道路横断施設の計画に関する研究」

・道路横断施設の計画・設置

EU の計画の中における横断路の設置場所に関する提言では、森林や草原が重要性の高い環境に設定されており、このような環境を通る際にはオーバブリッジなどを設置して環境の分断を防ぐ取り組みがされている。

・既に分断化された環境における後付けでの施設の設置

既に道路ができていた場所がオオカミやグリズリーなどの野生動物にとっての重要なコリドーであった場合は、保全対策を取らなくてはならないということはある。2000 年以前に改変されているものについては、十分な対策が図られているわけではなく、それ以降のものは法律などにより取り組みがされている。最近の事例では 40m 規模のオーバブリッジの後付けの設置はいくつかある。

・日本における取り組み、欧米との違い

日本はノーネットポリシー、量と質を減らさない取り組みが少ない。アメリカなどでは環境を定量的に評価することが求められる。様々なステークホルダーが絡み合って保全しているが、日本の場合はコンサルや事業者が内部で検討していることが多く環境省や委員会の意見を求めることがあるが、アメリカでは市民や自治体の職員等が計画段階で意見を言えるプロセスがある。日本ではこれがない。

日本ではトップダウンの施策がない。ボトムアップで様々な団体が様々な活動をしているが、その活動を継続するための資金的な補助やインセンティブなどがない。EU 等はそういった活動への税制補助や利害関係者がうまく参加できるようなプラットフォームがある。

パネルディスカッション

塚田研究部会長の「技術的」・「政策的」側面に分けて考えてみたいとの呼びかけから、議論が行われた。

技術的側面：動物のロードキルの原因や横断構造物を作って交通事故が減ったかということについて、道路を設置する前から設置後におきる事象までの一連の研究や、分断や横断構造物で移動経路を確保することによる遺伝的な野生動物の流動まで評価できる研究は日本ではほとんどない。カナダのバンフ等のナショナルパークでは、長期間にわたる事象を研究している。

政策的側面：日本では対策技術に基づいたデータを政策にフィードバックする仕組みといったプラットフォームが整備されていないのではないかと思います。保全対策に対するインセンティブやモチベーションをあげる取り組みが日本にはないのが課題だ。欧米諸国では法律でシステムが整備されていることもあるが、対策を実施している人々は生き生きしている。動物を守っている、共生する道路について熱意を持ってディスカッションしている。

動物の横断施設の費用対効果をどう考えるかについて日本ではデータの蓄積がないが、エゾシカに対する国道44号の糸魚川カルバートのアーチ型カルバートで費用対効果を検討した例がある。しかし、エゾシカの経済的評価が低く、30年くらいたないと効果が出ないということであり、ロードキルの低減効果を経済的なもので評価することは難しい。社会的な意義をどう考えるか。道路管理者に対してのメリットとしては事故が減れば処理や手続きは減るが、ウェイトは大きくない。やはり、どうインセンティブを付けるかが悩みである（日本大学理工学部・伊東英幸准教授）。

閉会の挨拶（亀山代表）

末次氏の講演ではオオタカと林業との関係を検討していた。私もオオタカの保全対策で森林の伐採を試みたことがあるが、追跡したことはない。今回のように追跡したことは、営林によるCO₂の蓄積ができたり、生物多様性の観点からもよいデータであり、広めていけると良い。日本自然保護協会は群馬県の赤谷でイヌワシのために5年前から森林を伐開して追跡調査をしており、伐開した木を収穫するということもしている。伐開してから5年のうち3回イヌワシが繁殖している。追跡調査は大事であり、これが一番欠けている。

園田氏の講演は仕組みの話と技術的な話が大事だということで、仕組みについて日本とEUの違い、EUの場合はデータがあるが日本には少ない。データがあることは国土計画としては重要だ。動物の保全もミティゲーションだけではなく、国土政策のなかに生物多様性等を入れていかないといけないのかと思う。

有意義なご発表を頂いて刺激になった。本日はありがとうございました。



亀山代表による講評（オンライン同時配信）



会場の様子（幹事および一部会員が参集）

現地見学会 記録

今年度の見学会は新型コロナ感染防止のため、現地に参集する形態ではなく初めての試みとしてオンラインで実施した。

開催日時

2021 (令和 3) 年 12 月 18 日 (土) 13 : 00~16 : 15

テーマ

南西諸島における野生動物の交通事故の現状と対策

場所・講演者 (敬称略)

以下の環境省各事務所の講演者からオンライン発信

- ・奄美群島国立公園管理事務所 鈴木 真理子
- ・やんばる自然保護官事務所 吉川 紀愛
- ・石垣自然保護官事務所 山本 以智人
- ・西表自然保護官事務所 内野 祐弥

参加者

約 40 名 (途中入退場あり)

内 容

見学会趣旨 (研究会代表幹事・園田)

奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島 (奄美・沖縄) が 2021 年 7 月 26 日に世界自然遺産に登録されたが、世界自然遺産地域の科学委員会から希少動物のロードキルについての対策強化を求められている。本日は環境省の方々から各地域の希少動物の交通事故の現状と対策について講演を頂き、道路生態研究会会員とともにディスカッションを行い、研究会として希少動物のロードキルの減少に少しでも貢献できればと考えている。

開会挨拶 (研究会代表・亀山)

はじめてオンラインでの見学会となる。本研究会は設立 7 年目を迎え、道路を建設する際の生物への影響をできるだけ少なくすることを目指しており、主な研究テーマの一つがロードキルである。本日は中々行くことができない奄美沖縄地域の状況をオンラインでご紹介して頂ける (コロナ禍で唯一とも言える良いことでもある)。奄美沖縄地域の世界遺産登録に際しては科学委員会からロードキル対策の強化を求められており、研究会としても何か貢献できないかと思っている。

講演概要

「奄美大島におけるアマミノクロウサギの交通事故対策の現状と課題」

鈴木真理子 (環境省奄美群島国立公園管理事務所・希少種保護増殖等専門員)

アマミノクロウサギは排泄、採食などの行動で林道・道路上に出没し、ロードキルに遭っている。ロードキル対策としてロードキル多発路線を公表し、路面標識、移動式看板、減速帯、進入防止ネットの設置を実施している。また、一部の林道にゲートを設置し、ガイド同行のみで車両の通行を許可している。

「沖縄島北部における動物の交通事故対策」

吉川紀愛 (環境省やんばる自然保護官事務所・自然保護官)

沖縄県北部やんばる地域には希少な動物が数多く生息しているが、外来種 (マングース、イヌ、ネコ) に加えロードキルによる影響にさらされている。特にヤンバルクイナの死亡・救護要因のうち交通事故によるものが増加傾向にある。その対策として、北部国道事務所ではクイナフェンス (道路側からの退避ができるワンウェイゲート構造) とトンネルが設置されている。

「カンムリワシのロードキル発生状況と対策」「ツシマヤマネコのロードキル対策」

山本 以智人（環境省石垣自然保護官事務所）

カンムリワシの保護対策として、モニタリング、ルートセンサス、追跡調査（西表島）、普及啓発、ロードキル対策および傷病鳥獣救護が行われている。全島的に分布しているため対策地点を絞り込みにくいこと、街路樹間の飛行や低空で飛ぶ習性があり、対策に苦慮している。

ツシマヤマネコのロードキル対策として、アンダーパス、進入防止フェンス、ワイヤーメッシュ柵、オーバーパス（1 か所）や法面への登攀避難が可能なようなネコ階段などを設置している。道路近辺に居着する特定個体への対策が課題となっている。

「イリオモテヤマネコの交通事故対策について」

内野祐弥（環境省西表自然保護官事務所・自然保護官）

イリオモテヤマネコのロードキルは増加傾向にあり、ロードキルを含めた自然環境保全のためこれらの管理が必要となっている。ロードキル対策として、目撃情報から作成した運転注意マップを毎月作成し、スーパーや宿泊施設に配布、片側側溝（餌となるカエル等の道路進入防止）、アンダーパスの設置、ヤマネコの視認ができるよう県道沿いの草刈りなどが実施されている。今後の対策として運転マニュアルの作成、ネイチャーガイドとの連携、課題としてアンダーパスのメンテナンス不足（土砂による埋没や水没）、道路近辺に居着する特定個体への対策があげられる。

ディスカッション

事前に演者から土木技術者、道路管理者に聞きたいことをテーマとした質疑、および当日質疑があったものを整理した。

1. ロードキル全般に対して

- ・ロードキル多発地点の交通量や自動車の速度のデータは観光利用や道路局では取られていないが、西表では民間のヤマネコパトロールという団体があり交通量や速度の測定をしている事例はある。沖縄県でも当該のデータを取るように取り組みつつある。
- ・ロードキルの当事者（地元民か観光客か）は、当事者からの通報はほとんどないので不明だが、当事者からの通報では地元が多かった（97 件のうちの 19 件）。やんばるでロードキルが多い区間でスピードガンによる測定、車両ナンバーの確認を令和元年に実施したところ、多くが速度超過、地元ナンバーが多かった。携帯電話の位置情報から観光客の動態を把握することも検討されている。
- ・クイナのロードキル目撃情報を路線バスの運転手から得られた。

2. ロードキル対策や生物多様性に配慮した道路施工の取り組み、実施する上でのハードル

- ・道路事業者が道路建設の際に環境アセスメントなどでロードキルに配慮するべきであり、今日の講演から環境省側の負担が大きいように感じた。道路管理者の役割もある。
- ・高速道路の事例だが、NEXCO 東日本管内では年間 2 万件のロードキルが発生している。内訳はタヌキ、クマ、イノシシ、シカなどの普通種であるので、対策は交通事故防止の意味が強い。高速道路には必ずフェンスが設置されており（人間の立入防止の目的もあるが）、動物のロードキルを記録していると、このような物理的な構造物の効果があることがわかる。
- ・ロードキルの防止には道路側より交通量の抑制の方が効果的ではないか。例えば、夜間通行禁止や片側通行によるループ式、また自家用車は所定の駐車場に止め、その先はバスに乗車するパークアンドライドなど。
- ・普及啓発の対象者として地元と観光客のほかに自然や生物に関心のある人／ない人へのアプローチも課題として考えられる。
- ・対策は対象が地元向けか観光客向けかで異なる。地元では運転免許センターでの講習に取り入れるなども望まれる。
- ・アフターコロナで観光客の増加も予想されエコツーリズム、レンタカー利用者への対策も必要になるだろう。

3. 道路管理者以外の団体が野生生物に配慮した取り組み事例はあるか（河川における自然保護団体による魚道設置などのような）
 - ・道路協力団体の活動を利用してはどうか。花を植えたり，対策構造物のメンテナンスをボランティアでやってもらうなど。
4. 道路沿いの雑草やロードキル対策工（アンダーパスなど）の効果的な管理方法
 - ・西表では道路沿いの草刈やアンダーパス進入口を塞ぐ海岸のゴミや草木に苦慮している。
 - ・草刈はロードキル防止に有効である。シカのデコイを用いて草の高さによる視認性の試験を実施したが，60cm 程度の高さでも視認性は良くなった。防草シートも有効だろう。
 - ・特に緑にこだわらなければコンクリート敷，砕石，防草シートも考えられる。
 - ・西表にアンダーパスが多数あるのには驚いた。アンダーパスより道路へ進入させない方がより効果的ではないか。トンネルもフェンスと併用した方が効果的。
5. 運転手に向けた効果的な注意喚起の方法について（効果的な道路の表示，塗装の色など）
 - ・道路幅を狭く見えるような路面の表示（塗装）で速度を落とさせる，凹凸をつけるなどが行われている。
 - ・路面のカラー舗装の動物に対する効果についての報告はわずかしかなかった。
 - ・人間側の反応として，西表の事例では学校付近では道路に赤い塗装をしている。
 - ・路側帯の着色が有効という知見もある。
 - ・やんばるで実施しているメロディーロードや路面凹凸対策について，廃止の要望も出ている。原因はバス走行時のストレスや救急車からの搬送者への影響などである。
 - ・高速道路では外部への音漏れがないのでメロディーロードに問題はないが，一般道路では注意を促す色の看板などに置き換えても良いのではないか。
 - ・注意喚起の看板は地元向けには慣れてしまうことへの対応，観光客向けには一時的でもインパクトの強いものなど使い分けが必要。
6. ロードキル防止のためのカーナビや無線システムの活用例はないか。
 - ・カーナビ・無線の利用については，インターリスク総研の可児さんが行った三井住友海上の「野生動物注意アラート」の実験を紹介したい。秋田県においてツキノワグマの目撃情報等をもとに注意アラート発生させる地点の情報をアプリに取り込み，実際に自動車で行き，地点に接近するとアラートが発生されることを確認した（MS&AD InterRisk Report No.20-062 2021.02.01）。なお，現在このアプリは継続されていない。
7. ケナガネズミ（樹上性）に対するオーバーパスやエコブリッジの効果は期待できるか。
 - ・オーバーパス，エコブリッジについて，ケナガネズミの利用事例はないが，環境省の那須の森ではエコブリッジが設置されており，クマネズミ，ヒメネズミなどが利用しているので可能性はあるだろう。先日のエコプロダクツ展でエコブリッジを展示したが琉球大学の先生からケナガネズミの利用の可能性について聞かれた。
 - ・設置については食物であるシイの実の豊凶や行動などの生態を把握した上で検討する必要がある。
8. 特定個体（道路近辺の居着）への対策
 - ・ツシマヤマネコの特定個体は生息場所と道路が近く，道路を行動圏（縄張り）に含んでおり，餌を捕りに来る。このような個体がロードキルに遭う事例が多い。道路が餌を捕りやすい環境になっており，強制的に排除すべきなのか。
 - ・餌があるので道路に出てくるとのことだと，他の獣害問題と同じ対応が考えられる。すなわち，個体を誘

引している餌を除去する、忌避物質を使う、代替の餌場を作る、進入防止柵を設置する、追い払いを応用する。またネコに対してはイヌを使ったパトロールも天敵として効果的である。

- ・ヤマネコの個体数が少ないだけに行動が読みにくい。居着個体が移動してしまうなど不確定な面もあるので設置場所の選定など物理的な対策がたてにくい。

おわりに

園田：今回のオンライン見学会は研究会としても勉強になった。今後も意見交換を行い、対策への協力もしていきたいと思う。最後に亀山代表に講評をお願いする。

亀山：最先端のロードキル対策のご報告を頂いた。本日の対象はヤマネコなど個体数が少ない希少種であり、森崎（幹事）からあった年間 2 万件もあるタヌキなどのロードキルとは異なるレアなケースである。したがって、発想を変える必要がある。ロードキルは道路・動物・車が関係しているが、ヤマネコなどの場合は道路に対する対策より、車がロードキルを起こさないように考えるべきだろう。どのくらいのスピードであれば（時速 20km くらいなのか）ロードキルが発生しないのか、スピードのリミッターをつける（過去には時速 100km を超えるとアラーム音がしたように）など。世界遺産に指定されたことを機会に奄美・沖縄地域の生物の貴重性をよりアピールし、車のスピードを遅くさせる必要がある。

昭和の初めの奈良県春日山周遊道路の建設においては、原生林の動物と植物を保護するために通行する車の台数制限、夜間・雨天の通行禁止という規制をした。本日の報告では極限までに対策を頑張っているのだから、この上は車をゆっくり走らせることしかないのではないかと。我々は技術者集団なので構造物などの技術を提示すべきではあるが、ここは発想の転換が必要だ。本日の講演者、参加者に感謝します。

3. 原著論文

原著論文

東京都町田市”タヌキトンネル”設置効果：実際に利用する野生動物は何か

塚田英晴・清水月花・大島美穂・南 正人

麻布大学獣医学部

(受付日 2021/12/6 受理日 2022/3/23)

要 旨

野生動物との交通事故発生や道路の設置による生息地分断などの影響を軽減するため、動物用道路横断施設を備えた“エコロード”の建設が進められている。しかし、建設直後を除けばその設置効果や利用実態が供用開始後から数十年以上経過した後の利用状況を評価した例は少ない。本研究では、市道におけるエコロード施設のひとつである東京都町田市の“タヌキ専用トンネル”を対象に、設置から 20 年以上を経た時点での野生動物による利用実態を調査した。2 期にわたるセンサーカメラによる調査の結果、トンネル周辺にはタヌキ、アライグマ、ハクビシン、ネコが生息し、これら全種でトンネルの利用が確認・示唆された。トンネルの利用率や利用時間帯に注目すると、タヌキのトンネル利用は同じ時間帯でのアライグマの活動により抑制されており、両種はトンネル利用に関して競合関係にある可能性が示唆された。タヌキの糞分析による食性調査の結果、道路によって分断された公園と緑地とで内容が異なり、両地域の連続性が十分に機能していない可能性が示された。そのため、現在のタヌキ専用トンネルは、道路により分断されたタヌキの生息地をつなぐ役割を十分には果たせていないことに加え、アライグマのような外来種の定着と生息地利用に貢献しているという現状と課題が浮き彫りとなった。

キーワード: ロードキル、道路横断施設、種間競合、生息地分断, *Nyctereutes procyonoides*, *Procyon lotor*

著者連絡先:

氏名: 塚田英晴

郵便番号: 252-5201

住所: 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71 麻布大学獣医学部

メールアドレス: h-tsukada@azabu-u.ac.jp

はじめに

都市開発が進む中で、道路の建設や交通量の増加などにより野生動物は少なからぬマイナスの影響を被っている。生息地の消失、縮小および分断、ロードキルの発生などが段階的・累積的に野生動物個体群の縮小を招くと考えられる (Forman et al. 2003; Jaeger et al. 2005)。ロードキルとは、道路に侵入した動物が走行する自動車にはねられ、死亡すること

をいう (谷口 2003)。特にロードキルは直接的に野生動物の命を奪うことになるだけではなく、野生動物との交通事故がドライバーの怪我や死につながる可能性もあるため対策が必要とされている (原 2003; 小川 2006)。

ロードキルを防いで野生動物を保全し、さらには人と交通の安全をも確保するため、全国でエコロードの建設が進められてきた。エコロードとは動物の生息実態に配慮して特別に設計・施工・管理されて

いる道路である(亀山 1997; 高速道路総合技術研究所 2016)。日本で最初に造られたエコロードは日光国立公園の中を走る日光宇都宮道路であり、1981年に供用開始された。この道路の下部には動物が道路を安全に横断するためのボックスカルバートが造られ、道路建設に伴う環境改変の代替措置として、モリアオガエル(*Rhacophorus arboreus*)の代替産卵池の設置や、道路法面に植栽して森林を復元するなどの試みがおこなわれた(亀山 1997)。

エコロードで取り入れられている道路の影響の軽減措置には、ドライバーへの注意喚起を行う標識の設置、道路への動物の侵入を防止する動物侵入防止柵の設置、動物が道路上を横断することなく分断された生息地間の移動を可能にする道路横断施設の設置などがある(並河ほか 2004)。道路横断施設とは、先述したボックスカルバートのように野生動物が道路上を横切らずに反対側へ横断することを可能にする施設のことである。侵入防止柵と道路横断施設を併設することができれば、侵入防止柵で野生動物の道路への侵入を防ぎつつ、野生動物を道路横断施設へと誘導することもできる(van der Ree et al. 2015; Seiler et al. 2016)。このように道路横断施設で野生動物の生息地を繋ぐことで、道路上を渡ることなく道路を挟む両側の生息地間の移動が可能となり、道路のバリア効果やロードキル軽減が期待できる(園田ほか 2011)。例えば沖縄県では、希少種であるヤンバルクイナのロードキル対策としてトンネルとフェンスが併設されており、2007年からのモニタリングにより十分な道路侵入抑制と安全な生息地間の移動が両立できることが確認されている(仲松・金城 2014)。既存の道路横断施設を対象にその利用状況を比較・検討した園田ほか(2019)は、排水施設の有無が動物種に共通して利用に影響し、その他には施設の構造や設置環境なども利用に影響しており、動物種によって異なる要因が利用を左右するため、保全目標に応じた設置の重要性を示唆している。

1997年に環境影響評価法が施行され、大規模な道路の建設など環境に大きな影響を及ぼすおそれがある事業については環境への影響を事前に調査・予測しその配慮を行うことが必須とされた。これを受けて大規模な公共事業を中心に道路横断施設が設置され事後調査がおこなわれるようになったが(国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室 2007)、道路横断施設の建設や維持管理には費用と

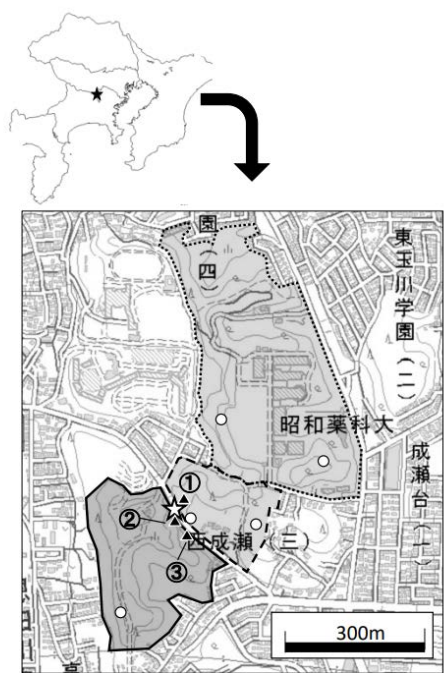
労力が必要とされるため、こうした対策が実施されるのは巨額な予算が費やされる大規模な新設道路が中心である。園田ほか(2011)のレビューでは、国内の道路横断構造物に対する事後評価の実施状況は57%にとどまることが報告されている。

道路建設に伴う環境改変への代償としてではなく、市民レベルでの環境への配慮意識の高まりから、既存の市道に動物専用の道路横断施設が建設された稀有な例として“タヌキ専用トンネル”(以下トンネルとする)が東京都町田市に存在する。これは1994年3月につくられたタヌキ(*Nyctereutes procyonoides*)用の道路横断施設である。本地域では、1990年代にタヌキのロードキルが急増し、市民から町田市へ対策を求めるはたらきかけが起こったことをきっかけにこのトンネルが設置された(多摩丘陵野外博物館たぬき実行委員会 1995)。設置された当時は、多くの新聞記事などで取り上げられ話題となった(朝日新聞 1994, 1995; 日本経済新聞 1994; 読売新聞 1994)。トンネル設置直後には、自動撮影装置を用いた調査がおこなわれ、実際にタヌキによるトンネル利用が確認された(多摩丘陵野外博物館たぬき実行委員会 1995; 小川 1998)。しかしその後調査は継続されておらず、設置から20年以上を経た時点でのタヌキの生息状況やタヌキによるトンネルの利用状況は不明である。現在も本施設は存在するものの人々から忘れ去られた存在となってしまっており(毎日新聞 2014)、管理作業はおこなわれておらず放置された状態になっている。

そこで本研究では、野生動物によるトンネル利用状況を把握し、設置から20年以上を経た現在、トンネルが果たす機能の一端を明らかにする。野生動物の中でもとりわけ、トンネル設置時の対象種であったタヌキに着目し、センサーカメラによるトンネル利用調査をおこなう。さらに、トンネル周辺に生息するタヌキの食性を明らかにし、タヌキによるトンネル設置道路の横断がタヌキの生息地利用に果たす効果を明らかにするため、糞分析による食性調査をおこなう。これらの調査から野生動物によるトンネル利用の現状と問題点を整理し、トンネル管理の課題を検討する。

材料および方法

1. 調査地



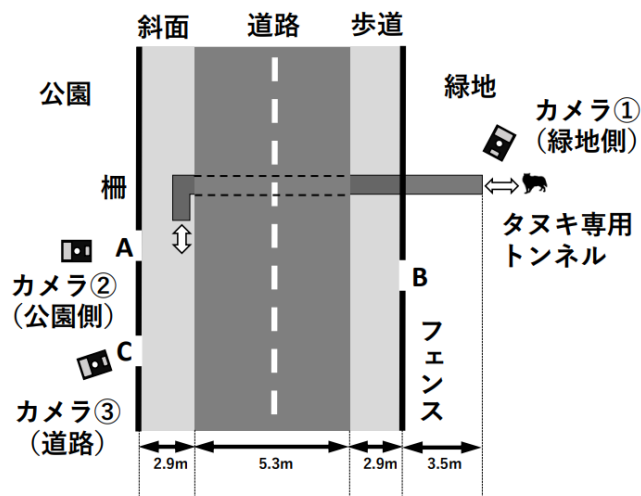
☆トンネル位置 ▲カメラ位置 (①～③は表1と対応)
○タヌキため糞 (糞採集地点のみ)
点線: 昭和薬科大学
破線: 成瀬かしの木山特別緑地保護地区
実線: 町田市立かしの木山自然公園

図1 調査地概要

本研究は東京都町田市にあるトンネル周辺の町田市立かしの木山自然公園と成瀬かしの木山特別緑地保護地区から成る緑地 (図1) で実施した。東京都町田市は多摩丘陵の北の端に位置する。多摩丘陵域北部は鶴見川や境川の源流域となっており、都市の近郊でありながら豊かな自然環境を有している。

町田市立かしの木山自然公園は、東京都町田市の成瀬、高ヶ坂、南大谷にまたがる面積約 5.5ha の緑豊かな自然公園である。多摩丘陵の一角に位置し、市街地に囲まれながらも、シラカシ (*Quercus myrsinifolia*)、クヌギ (*Quercus acutissima*)、コナラ (*Quercus serrata*) などの落葉広葉樹が生い茂り、一部では竹林や草原が広がる。公園内のほぼ全域が緑地となっており、谷戸には泉が湧いている。

成瀬かしの木山特別緑地保護地区は、面積が約 2.1ha、標高は約 60～90m の丘陵地でシラカシ、コナラ、スギ (*Cryptomeria japonica*) を中心とした樹林地である。生態系に配慮したまちづくりのため、動植物の生息・生育地となる緑地等の保全を図ることを目的として伐採等樹林に影響を与える行為は原則として禁止されている (町田市都市づくり部公園緑地課 2016)。



A, C*: 柵の下に隙間があり、中型哺乳類は通り抜け可能
B : フェンスの隙間が空いているため通り抜け可能
*期間IIから開通を確認

図2 タヌキ専用トンネルの配置

トンネルは先述したように町田市が設置した主にタヌキを対象とした動物用の道路横断施設である。かしの木山自然公園 (以下公園) と成瀬かしの木山特別保護緑地区 (以下緑地) を分断する道路の下に設置されており、断面は四角形で、その大きさは高さ 20 cm、幅 30 cm ほどで L 字型の構造をしている (図2)。緑地側には歩道との境にフェンスがあり、このフェンスから緑地側に 3.5m の場所に緑地側のトンネル出入口が位置する。出入口の大きさは高さ 20cm、幅 30cm である。

公園側の出入口は道路から 48cm の距離に位置し、大きさが 30cm×30cm である。公園には道路に沿って、公園の敷地を囲むように柵が設置されており、柵と道路の間は約 3m の斜面となっている。公園側出入口と柵の間の斜面にはけもの道ができていた。公園側の柵の下は地面に埋まっており一定サイズ以上の動物が通り抜けできないが、けもの道と交差する部分の柵の下部は地面が削られて高さ 15cm、幅 26cm の隙間が空いており、中型哺乳類などであれば通り抜けが可能である (図2-A, C)。緑地側のフェンスにも途切れた箇所があり (図2-B)、人の立ち入り防止のためにワイヤーが張られているが、下部には縦 12cm、横 35cm の隙間が空いている。この隙間により、中型哺乳類が緑地からフェンスを抜けて道路を横断することで公園ー緑地間をトンネルを利

用せずに移動することが可能であった。

2. 野生動物によるトンネルの利用状況調査

表1 カメラ設置時期の違いによる使用カメラと設定方法の違い

	第1期：2015年12月～2017年1月	第2期：2017年11月～2018年10月
緑地側 (カメラ①)	Bushnell (2015年12月～2016年1月) RECONYX (2016年2月～2017年1月) 写真： 10枚／7秒間	Ltl Acorn + 動画：10秒間
公園側 (カメラ②)	RECONYX (2016年2月～2017年1月) 写真： 10枚／7秒間	Ltl Acorn + 動画：10秒間
道路 (カメラ③)	—	RECONYX 写真：3枚／2秒間

1) センサーカメラの設置

野生動物によるトンネルの利用状況を明らかにするため、センサーカメラを用いた調査を2期に分けて実施した。第1期の調査では、トンネルの出入口2カ所（緑地側：図1-①、公園側：図1-②）にセンサーカメラ（トロフィーカム XLT, model 119436, Bushnell, Kansas および HC500, RECONYX, Wisconsin）を1台ずつ設置し、2015年12月から2017年1月にかけてデータを取得した。しかし、緑地側では野生動物によるトンネル利用がカメラの不具合によりうまく撮影されなかったため、2016年2月から2017年1月にはRECONYX製のセンサーカメラに変更した。第2期の調査では、トンネルの出入口2カ所（緑地側：図1-①、公園側：図1-②）に加え、公園側の柵の下に新たな隙間（図2のC）とそれに続くけもの道が形成されていたため、公園の柵1カ所（道路横断確認用、以下道路とする：図1-③）にもセンサーカメラ（Ltl-6310MC 940NM, Ltl Acorn, 滋賀。道路のみHC500, RECONYX, Wisconsin。以下カメラとする）を1台ずつ設置し、2017年11月から2018年10月にかけてデータを取得した。両期間でのカメラ設置状況の違いを表1に示す。

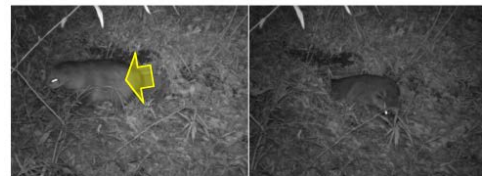
使用したカメラは赤外線検知型センサーを搭載しており、動物の体温を検知して撮影する。Bushnell製のカメラでは2mの距離で約30cmの動きを検出し、RECONYX製のカメラでは30.5m先の動きを検出するが、動画撮影はできない。Ltl Acorn製のカメラでは20m先の動きを検出する。カメラ設置両期におけるカメラの設定条件の詳細は表1に示す。いずれの設定でもセンサー検知から写真撮影までの遅延時間は設けず、連続撮影とした。

緑地側のカメラは緑地内の樹木に設置し、緑地側のトンネル出入口を写す画角とした。公園側のカメラは公園側トンネル出入口を写すため、道路のカメラは道路横断を確認するために道路側に向けて公園側の柵に設置した。後者2つのカメラ（公園側、道路）は走行する自動車にセンサーが反応したため、センサーの検出距離内に可能な限り自動車が入らないように注意した。両期とも電池とSDカードの交換は1カ月に1～2度おこなった。

2) カメラデータの集計

回収されたデータから撮影日時、動物種、トンネルに対する移動方向（出た・入った）、動物とトンネルの距離、その他の行動を記録した。動物がカメラの検出距離付近に滞在すると同一個体が複数回撮影される可能性がある。そのため、同一カメラで3分以内に撮影されたものについては1回の撮影イベントと判断し、それ以上の間隔で撮影された場合を個別の撮影イベント（回）として記録した。3分以内であっても同時に複数個体の動物の姿が確認されている場合は別個体としてカウントした。トンネルの通過に関する判断は、撮影イベント単位で行い、3分以内に確認された複数の写真や動画をもとに、以下に示す基準に基づいて総合的に判断した。

A 「トンネルを出た」 ケース



トンネルに体は入っていないもののトンネルから出てきた直後と考えられるタヌキ（写真左）や、トンネルから体の上半身を出すアライグマ（写真右）が確認できる。

B 「トンネルに入った」 ケース



体の半分以上がトンネルに入ったアライグマ（写真左）や、トンネルに頭を向け、直後にトンネルへ入ったと考えられるタヌキ（写真右）が確認できる。

C 「トンネルを通過した」 ケース



緑地側の出入口では体の半分以上が入っているアライグマが確認でき（写真左）、2分58秒後に公園側の出入口から延びるけもの道を走る姿が確認できる（写真右）。

図3 トンネルの出入り・通過の判断

A「トンネルを通過した可能性が高い」ケース



体はトンネルに入っていないが、トンネルから出てきた直後ではないかと考えられるタヌキ。

B「トンネルを通過した可能性が低い」ケース



トンネル出入口から体が離れており、トンネルから出てきた可能性とトンネル前を通過した可能性の両方が考えられるタヌキ。

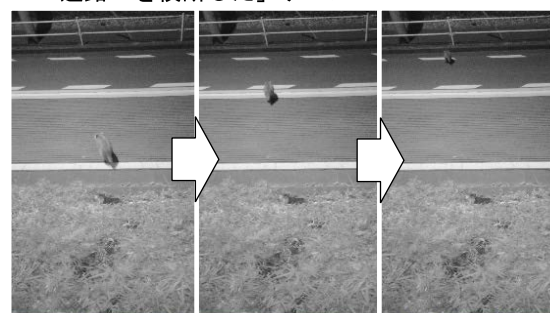
図4 トンネル通過の判断があいまいなケース

A「トンネルを通過しなかった」ケース



トンネルを通過せず、出入口の前を通過していくタヌキの様子が確認できる。

B「道路上を横断した」ケース



公園側から緑地側へと道路を横断するアライグマが確認できる。

図5 トンネルを通過しなかったケース

トンネルに対する移動方向は、体の一部がトンネルに隠れて明らかにトンネルから出てきたと判断できる場合や、トンネル開口部を塞いでトンネルに背を向けた状態で写った場合は「トンネルを出た」(図 3A)、また体の一部がトンネルに隠れて明らかにトンネルへ入った場合や、トンネル開口部を塞いでトンネルに向けた状態で動物が写った場合は「トンネルに入った」(図 3B)とした。連続写真や動画からトンネル前を通り過ぎることが確認できる、または、トンネル開口部から離れたけもの道上に体軸が重なっていてトンネルに近付かないなど、トンネル通過とは無関係の明確な行動が見られた場合は「トンネルを通過しなかった」とした。公園側カメラ②や道路カメラ③で道路上を渡る姿が確認できた場合は「道路上を横断した」と評価した。さらに、動物とトンネルの間の距離を基準とし、一定の距離未満を「トンネルを通過した可能性が高い」(図 4A)、その距離以上のデータを「トンネルを通過した可能性が低い」(図 4B)とした。動物とトンネルの間の距離は、写真の場合はカメラが作動して最初に撮影されたデータのみを使用し、動画の場合では最初に動物が映っ

た時点の静止画を使用した。緑地側トンネル出入口の幅 30 cmを基準として動物とトンネルの間の最短距離を測定した。撮影回数の多かった「トンネルを通過しなかった」データのうち、連続したデータの中から、トンネル周辺における動物ごとの平均移動速度を算出した。この値から 1 秒間での移動距離を出し、カメラのセンサーが検出してから写真撮影が開始されるトリガータイムが約 1 秒であることを考慮し、トンネル入口からの動物の最短距離が 1 秒間の移動距離以内であった場合に、「トンネルを通過した可能性が高い」と判断する基準値とした。この基準値はタヌキが 80 cm、アライグマが 50 cm、ネコが 40 cm、ハクビシンが 40 cmとなった。トンネル利用の有無は、上記より、「トンネルを通過した」(図 3C)、「トンネルを通過した可能性が高い」(図 4A)、「トンネルを通過しなかった」(図 5A)、「道路上を横断した」(図 5B)の 4 段階に分けて評価した。公園側から緑地側へ、または緑地側から公園側へ移動したと判断されるデータが、以下で示す想定時間内に緑地側のカメラ①と公園側のカメラ②の両方でトンネルへ入る行動と出る行動が対応した場合のみ

「トンネルを通過した」と評価した。この際、トンネル通過時の想定移動時間は、実際に通過が確認できたデータをもとに動物種ごとに定め、タヌキとアライグマでは 10 分以内、ネコとハクビシンでは 3 分以内とした。トンネル通過に関わらず、動物 1 個体の姿が確認された回数を撮影回数とし（同一写真に 2 個体撮影された場合は 2 回とカウント）、「トンネルを通過した」回数と「トンネルを通過した可能性が高い」回数の合計をトンネル通過回数、それ以外をトンネル非通過回数とした（表 2）。

動物種によるトンネルの通過状況を比較するため、

表2 撮影データから判断したトンネル通過とその頻度評価

トンネル通過の評価	頻度評価	
	撮影有無	トンネル通過
トンネルを通過した		通過 (トンネル通過回数)
トンネルを通過した可能性が高い		
トンネルを通過した可能性が低い	姿を確認 (撮影回数)	
トンネルを通過しなかった		非通過 (トンネル非通過回数)
道路上を横断した		
評価しない	姿を未確認 (撮影回数に含めない)	評価しない

動物種ごとにデータの集計をおこなった。トンネル通過回数の変動を比較する指標として、下記に示すようにトンネル通過率を算出した。

$$\text{トンネル通過率 (\%)} = \frac{\text{トンネル通過回数}}{\text{撮影回数}} \times 100$$

日中と夜間の差を見るために、撮影期間を季節ごとに分け、各季節の中間日の日の出・日の入時刻を国立天文台のこよみ計算から算出した

(URL: <https://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/koyomix.cgi> 2019.1.6 閲覧)。季節区分は春を 3 月～5 月、夏を 6 月～8 月、秋を 9 月～11 月、冬を 12 月～2 月とした。算出した中間日の日の出・日の入時刻から、日中の時間帯はそれぞれ、春が 5 時～18 時、夏が 5 時～19 時、秋が 6 時～17 時、冬が 7 時～17 時となった。ただし、調査期間の制約から、第 1 期では、2015 年 12 月～2016 年 2 月を冬 1、2016 年 3 月～2016 年 5 月を春、2016 年 6 月～2016 年 8 月を夏、2016 年 9 月～2016 年 11 月を秋、2016 年 12

月～2017 年 1 月を冬 2 とした。第 2 期では、2017 年 11 月を秋 1、2017 年 12 月～2018 年 2 月を冬、2018 年 3 月～2018 年 5 月を春、2018 年 6 月～2018 年 8 月を夏、2018 年 9 月～2018 年 10 月を秋 2 とした。

3) 食性調査

トンネル周辺に生息するタヌキの食性を明らかにし、タヌキによるトンネル設置道路の横断がタヌキの生息地利用に果たす効果を明らかにするため、糞中の未消化物をポイント柵法 (Takatsuki et al. 2007) により分析した。タヌキはタメフン場といわれる共同トイレをもち、他個体との情報交換の手段として、同じ場所に複数の個体が糞をする (山本 1984)。こうした習性に基づき調査地内でタメフン場の探索を行い、2015 年 10 月～2016 年 1 月までに、5 ヶ所のタメフン場を確認した (図 1)。2015 年 10 月～2016 年 11 月にかけて、月に 1～3 回これらのタメフン場を見回り新鮮なタヌキの糞を採集した。糞の採集時期は植物のフェノロジーに基づき上述した 4 季節 (春・夏・秋・冬) に区分した。タメフン場に新鮮な糞塊が複数あった場合は、糞の乾燥具合や内容物を参考にし、一個体が一回に排泄した糞であるとみなせるもののみを採集した。サンプル数を確保するため、糞の採集数に上限は設けずに確認できた新鮮な糞は全て採集した。また、糞に付着している糞虫と葉は取り除いた。採集した糞は 200ml のプラスチック製のボトルに入れて研究室に持ち帰り、分析実施まで -20℃ で冷凍保存した。

糞中の未消化物の分析は以下の手順で行った。糞を 0.5mm メッシュのふるいを用いて水洗し、残渣物を 70% エタノールで保存し食性分析の対象とした。分析には実体顕微鏡や光学顕微鏡を用いた。ポイント柵法 (Takatsuki et al. 2007) に従い、20mm×50mm の金属柵をつけた 1mm 格子の模様入りスライドガラスに水を張り、残渣物を広げて識別し、食物片が被った格子の交点の数を各サンプルにつき 200 カウントを目安に計数した。カバーガラスを被せることができない種子などの大きな残渣物については、プレカウントとして個別に取り出して被覆格子数を計数した。プレカウントを行ったサンプルに関しては大きな残渣物の過大評価を防ぐために 200 カウントに留まらずスライドガラスに広げた残渣物を全て計数し、プレカウント時の被覆格子数と合計した総被覆格子数を 200 カウントに換算した。

食物片は、はじめに甲虫、昆虫の脚、骨、果皮、種子、単子葉、人工物など 29 の小カテゴリーに分け、それらを 8 つの大カテゴリーにまとめた (表 3)。糞から出現した種子は個別に保存し、糞採集調査時に調査地で採集した種子のレファレンスや図鑑 (中山ほか 2004 ; 鈴木ほか 2012 ; 小南ほか 2016) を用いて可能な限り種レベルまで同定した。

表3 糞分析に用いた未消化物の小カテゴリー (細字) と大カテゴリー (太字)

昆虫	人工物
甲虫	加工食品
昆虫の脚	人工物
昆虫の胸・腹部	ビニール
昆虫の頭部	輪ゴム
昆虫の翅	その他
幼虫	無脊椎動物
鳥類	動物室不明
羽毛	茎
哺乳類	根
毛	枝
骨	植物繊維
果実	植物質不明
果皮	小石
果肉	その他
葉	不明
双子葉	不明
単子葉	
枯葉	
その他の葉	

ポイント採法によって得られた糞中の各カテゴリーの集計値をもとに、カテゴリーごとに以下に示す占有率と出現頻度を算出し、季節や回収場所による違いを比較した。占有率は以下の式でサンプルごとの占有率を求め、これを季節ごと、回収場所ごとに平均することで算出した。

$$\text{占有率 (\%)} = \frac{\text{各カテゴリーのカウント数}}{\text{各サンプルの合計カウント数}} \times 100$$

出現頻度は以下の式を用い、季節ごとの全サンプル数に対する各カテゴリーの出現したサンプルの割合として算出した。

$$\text{出現頻度 (\%)} = \frac{\text{各カテゴリーが含まれていた糞数}}{\text{分析糞数}} \times 100$$

3. データの解析

センサーカメラによるデータの集計結果では、種ごとのトンネル通過率の違いを確認するため、撮影回数中のトンネル通過回数とそれ以外の回数を区別した分割表の検定をフィッシャーの正確確率検定 (Fisher's exact test) により実施した。また、種ごとのトンネル通過や道路横断の傾向を比較するため、カメラ調査期ごとに種不明を除く各種のトンネル通過、通過可能性、道路横断回数についてクロス集計した分割表について、等間隔での分割頻度を期待値とする検定を、1 万回のシミュレーション値に基づくカイ二乗検定によりおこなった。さらに、トンネル利用の日周性の種間差を比較するため、時間帯別のトンネル利用、撮影回数については、季節ごと、期間ごとに集計してスピアマンの順位相関係数 (r_s) とその有意水準を算出したほか、トンネル利用の種ごとの特徴に及ぼす種の影響を評価するため、一般化線形モデル (GLM) を使用して解析した。GLM では、応答変数をタヌキのトンネル通過回数、説明変数をアライグマ (*Procyon lotor*)、ネコ (*Felis catus*) およびハクビシン (*Paguma larvata*) のトンネル通過回数、オフセット項をタヌキの撮影回数、誤差項はポアソン分布とした。ただしオフセット項については、対数変換する関係上、撮影回数が 0 の値は 0.1 に置き換えて解析した。また解析データセットから、秋のデータは除いた。これは第 1 期の秋 1 が 11 月のデータしか無く、一方で第 2 期の秋のデータには動物の撮影自体が認められなかったためである。以上の解析はすべて統計解析ソフト R ver. 3.4.3 (R Core Team 2017) により実施した。

食性調査のデータについては、各食物カテゴリーの全体占有率の季節変化および公園側と緑地側とでの違いを比較するため、群集解析で用いられるノンパラメトリック版の MANOVA である PERMANOVA (Anderson 2001) により解析した。土居・岡村 (2011) に従い、集団間の類似度として chao 指数を用い、応答変数を各食物カテゴリーの占有率、説明変数を季節 (春・夏・秋・冬) と地域 (公園・緑地) として、統計ソフト R (R Core Team 2017) の vegon パッケージ中の adonis 関数を用いて解析した。有意水準は 0.05 にした。

結 果

1. 動物種ごとのトンネル利用状況

第 1 期のカメラで調査の結果、動物が撮影された回数は 997 回（緑地側：828 回、公園側：169 回）であった。第 2 期の調査では、トンネルの出入り口に設置した 2 台のカメラ（図-1: ①, ②）で動物の姿を確認した撮影回数は 80 回（緑地側：59 回、公園側：21 回）、道路横断撮影用のカメラ（図-1: ③）では 10 回であった。カメラ稼働日数は緑地側が 248 日、公園側が 198 日、道路が 89 日であった。

撮影された個体のトンネル通過評価について動物種ごとに集計した結果を調査時期に分けて表 4 に示す。第 1 期のトンネル周辺では、タヌキ、アライグマ、ネコ、ハクビシンの中型哺乳類が観察され、撮影回数が最も多かったのはタヌキ（49.2%）であり、アライグマ（32.9%）、ネコ（12.4%）、ハクビシン（4.5%）の順に少なくなった。タヌキ・アライグマ・ハクビシンでは確実に「トンネルを通過した」と判断できた。ネコでのみトンネルを確実に通過したと確認できるような撮影はなかった。「中型哺乳類不明」を除いた種ごとのトンネル通過傾向の頻度分布には有意な種間差がみられた（ $\chi^2=332.43$, $P<0.001$, 1 万回のシミュレーションによる）。トンネル通過回数が最も多かったのはアライグマの 245 回（52.7%）であり、タヌキの 145 回（31.2%）、ハクビシンの 43 回（9.2%）、ネコの 27 回（5.8%）の順に少なくなった。トンネル通過回数と撮影回数との間には有意な種間差がみられた（Fisher's exact test, $P<0.001$ ）。

第 2 期のトンネル周辺では、第 1 期と同様にタヌキ、アライグマ、ネコ、ハクビシンの中型哺乳類が観

察されたが、「トンネルを通過した」と確実に判断できたのはタヌキのみであった。「中型哺乳類不明」を除いた種ごとのトンネル通過傾向の頻度分布には有意な種間差がみられた（ $\chi^2=0.01053$, $P<0.001$, 1 万回のシミュレーションによる）。撮影回数が最も多かったのはタヌキの 53 回（58.9%）であり、次いで、アライグマ、ネコ、ハクビシンは同じ 7 回（7.8%）となった。トンネル通過回数が最も多かったのもタヌキの 20 回（47.6%）であり、ハクビシンの 7 回（16.7%）、ネコの 5 回（11.9%）、アライグマの 4 回（9.5%）の順に少なくなった（表 4）。撮影回数とトンネル通過回数には、第 1 期と同様に有意な種間差が認められた（Fisher's exact test, $P<0.01$ ）。

2. 撮影回数とトンネル通過回数の月変化

種ごとの撮影回数とトンネル通過回数を月ごとに集計した結果を第 1 期は図 6、第 2 期は図 7 にそれぞれ示す。第 1 期では、タヌキの撮影回数が最も多かったのは 3 月であった（図 6A）。2015 年 12 月～2016 年 3 月と 8 月～10 月にかけて撮影回数が多く、2016 年 5 月～7 月と 11 月、2017 年 1 月に少なかった。撮影回数と通過回数の間には有意な正の相関があった（ $r_s=0.70$, $P<0.001$ ）。アライグマは 2016 年 8 月が最も撮影回数が多かった（図 6B）。2016 年 8 月以降は子供を 1 頭から 5 頭連れている様子が複数回確認された。2016 年 11 月は 2016 年 8 月の次に撮影回数が多かった。2016 年 2 月、5 月～6 月、9 月は撮影回数が少なく、2015 年 12 月と 2016 年 7 月は出現しなかった。撮影回数と通過回数の間には有意な相関が認められた（ $r_s=0.99$, $P<0.001$ ）。ネコ

表4 動物種ごとのトンネル通過・通過可能性・道路横断回数・トンネル通過率の調査時期での比較

確認動物種	第 1 期（2015年12月～2017年1月）							第2期（2017年11月～2018年10月）						
	トンネル通過回数						トンネル通過率(%) [*]	トンネル通過回数						トンネル通過率(%)
	トンネル通過	通過可能性高	通過可能性低	通過なし	道路上横断 ¹⁾	撮影回数		トンネル通過	通過可能性高	通過可能性低	通過なし	道路上横断 ²⁾	撮影回数	
タヌキ	2	143	52	266	28	491	29.5	6	14	17	13	3	53	37.7
アライグマ	92	153	10	67	6	328	74.7	0	4	0	1	2	7	57.1
ネコ	0	27	12	69	16	124	21.8	0	5	0	2	0	7	71.4
ハクビシン	6	37	1	1	0	45	95.6	0	7	0	0	0	7	100
中型哺乳類不明	0	5	0	4	0	9	—	0	6	4	4	0	14	—
不明	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	2	0	2	—
合計	100	365	75	407	50	997		6	36	21	22	5	90	

¹⁾公園側カメラ②の撮影のみ、²⁾道路カメラ③の撮影を含む、*トンネル通過回数/撮影回数。

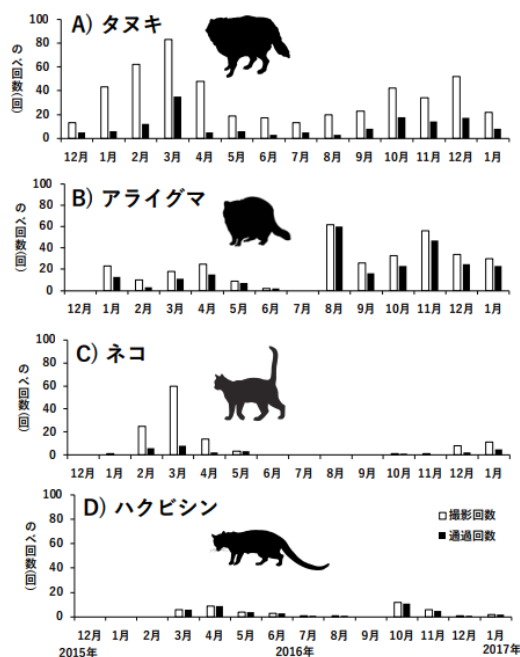


図6 タヌキ・アライグマ・ネコ・ハクビシンの撮影回数とトンネル通過回数の月変化(第1期)

の撮影回数は3月に最も多かった(図6C)。2015年12月および2016年6月～9月の間は撮影されなかった。ネコは模様などから個体識別がし易く、トンネル周辺で最低でも3頭が個体識別された。撮影回数と通過回数の間には有意な相関がみられた($r_s=0.92$, $P<0.001$)。ハクビシンの撮影回数は2016年3月～4月、10月～11月に多かった(図6D)。2016年10月以降に子供を2頭から4頭連れている様子が確認された。2015年12月～2016年2月と2016年9月は出現しなかった。撮影回数と通過回数の間には有意な相関が認められた($r_s=1.00$, $P<0.001$)。

第2期では、タヌキの撮影回数が最も多かったのは2018年4月であった(図7A)。2018年5月から6月にかけて撮影回数が減少し、2017年11月～12月、2018年2月～3月、2018年7月～10月には撮影されなかった。撮影回数と通過回数の間には有意な相関がみられた($r_s=0.998$, $P<0.001$)。アライグマは2018年1月と3月にのみ確認され、2018年4月以降は全く確認されなかった(図7B)。ネコは2017年11月～12月と2018年3月～5月にのみ観察された(図7C)。ハクビシンは2018年4月と7月にのみ確認された(図7D)。ハクビシンの撮影回数とトンネル通過回数は同じ値となった。アライグマ・ネコ・ハクビシンの撮影回数は各7回のみとな

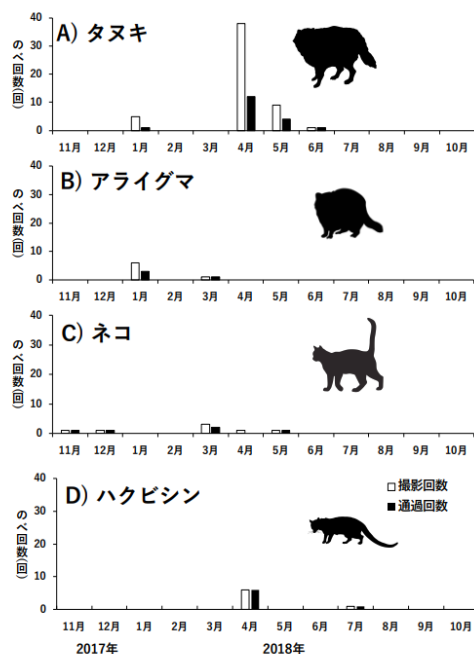


図7 タヌキ・アライグマ・ネコ・ハクビシンの撮影回数とトンネル通過回数の月変化(第2期)

った(表4)。

3. 撮影回数とトンネル通過回数の日周変化

種ごとの撮影回数とトンネル通過回数を季節に分けて、時間帯ごとに集計した結果を図8～11に示す。タヌキの撮影回数は第1期において、夏(50回)と秋(99回)および冬2(74回)と比べて、冬1(118回)と春(150回)に多かった(図8)。タヌキは全体的に夜間に多く撮影されており、撮影回数が最多の時間帯も全季節で夜間に集中した。しかし、第1期の夏や第2期の春には日中における活動が他の季節よりも多く確認された。アライグマでもタヌキと同じように、撮影回数は夜間に多かった(図9)。第1期の冬1の期間においては、日中の活動は確認されず、他の季節でも日中の活動は少なかった。季節ごとの撮影回数においては、タヌキの場合とは逆に、第1期の夏(64回)と秋(115回)および冬2(64回)が第1期の冬1(33回)と春(52回)に比べて多かった。ネコは夏以外の期間に撮影された(図10)。頻度の少ない第1期の秋と第2期の秋1および冬を除いた季節では日中での活動が多く、春において撮影回数が最も多くなった。ハクビシンは、第1期では、冬1以外の季節で確認された(図11)。春に一度だけ日中に撮影されたが、ほとんど日中での

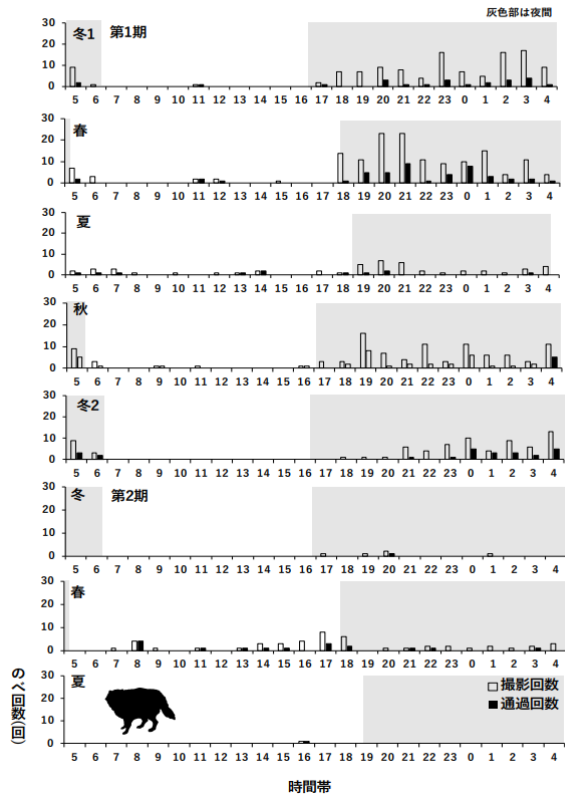


図 8 タヌキの撮影回数とトンネル通過回数の日周変化 (第 1 期・第 2 期)

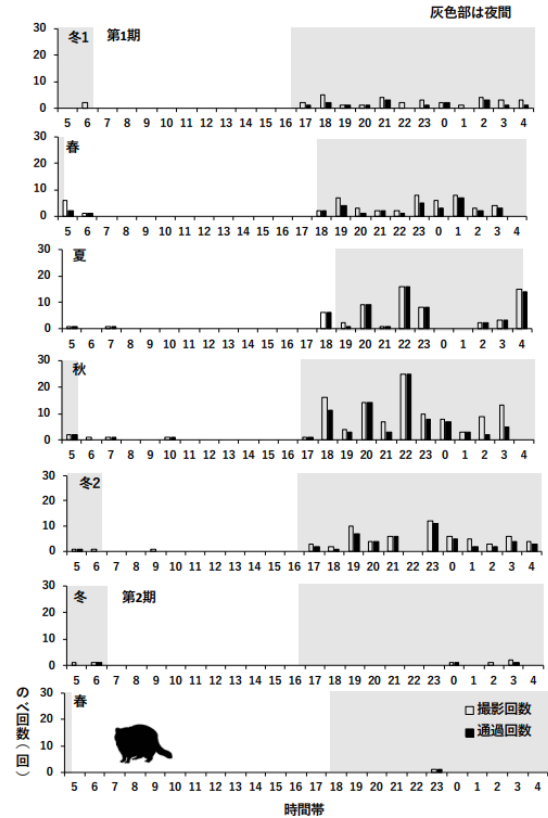


図 9 アライグマの撮影回数とトンネル通過回数の日周変化 (第 1 期・第 2 期)

撮影は無く、夜間における撮影が多かった。撮影頻度・通過頻度を日中・夜間で比較するとタヌキ・アライグマは、日中と比べて夜間で有意に撮影回数が多かった (Fisher's exact test, $P < 0.05$)。逆にネコでは有意な差は無かった (Fisher's exact test, $P > 0.05$)。

4. 第 1 期と第 2 期でのトンネル通過傾向の比較

4-1) トンネル通過回数とトンネル通過割合の両期での比較

両期でトンネル通過回数の種ごとの割合を比較すると (表 4), タヌキの種ごとのトンネル通過回数の割合が第 1 期の 31.5% (145 回) から第 2 期の 55.6% (20 回) へと増加した。その一方でアライグマは第 1 期には 53.3% (245 回) とトンネル通過回数の種ごとの割合が最も高かったのに対し、第 2 期には 11.1% (4 回) と低い割合だった。ネコやハクビシンでは第 2 期でトンネル通過回数の種ごとの割合が相対的に高くなった。このようにトンネル通過回数は両期間で種構成割合が有意に変化した (Fisher's exact test, $P < 0.001$)。しかし道路上を横断する回数

の種ごとの割合については (表 4), 両期間で有意差は認められなかった (Fisher's exact test, $P = 0.111$)。また、動物種ごとにトンネル通過率を両期間で比較したところ (表 4), トンネル通過率が有意に変化したのはネコのみであった (Fisher's exact test, $P < 0.001$)。

4-2) アライグマの在・不在がタヌキのトンネル通過率におよぼす影響

第 2 期ではアライグマが 2018 年 4 月以降確認されなくなった (図 7)。このアライグマ不在によるタヌキのトンネル通過に及ぼす影響を評価するため、アライグマ不在時にタヌキのトンネル付近への出没が確認された第 2 期の 2018 年 4 月～6 月に注目し (図 7A 参照), アライグマの出没が確認されている第 1 期の同時期 (2016 年 4 月～6 月; 図 6B および図 7B 参照) との間でタヌキのトンネル通過率を比較した。その結果, タヌキのトンネル通過率は第 1 期の 16.7% から第 2 期には 35.4% へと有意に増加していた (Fisher's exact test, $P < 0.05$)。

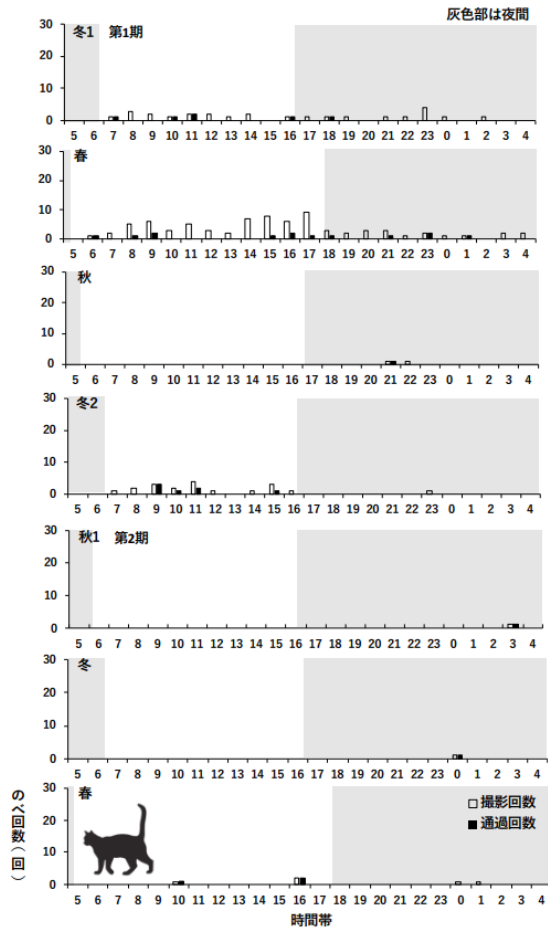


図 10 ネコの撮影回数とトンネル通過回数の日周変化 (第 1 期・第 2 期)

4-3) タヌキの時間帯別トンネル通過に及ぼす他種の影響

タヌキの時間帯別のトンネル通過回数に及ぼすアライグマ、ネコ、ハクビシンのトンネル通過回数の影響を全期間プールしたデータセットを用いて GLM により解析した (ただし、方法で示したとおり秋のデータは除く)。その結果、ハクビシンのトンネル通過回数のみが有意な正の効果を示した (表 5, 尤度比カイ二乗値=6.16, $df=1$, $P<0.05$)。

4-4) タヌキの時間帯別トンネル通過に及ぼすアライグマのトンネル通過の影響

4-2) で示したとおり、時期を限定して解析すると、アライグマの存在がタヌキのトンネル通過にネガティブな影響を及ぼしていたことが確認された。この影響をさらに詳細な時間区分で検討するため、タヌキの時間帯別トンネル通過頻度について、4-2) の解析で用いた期間のデータセット (2016 年 4 月～6 月

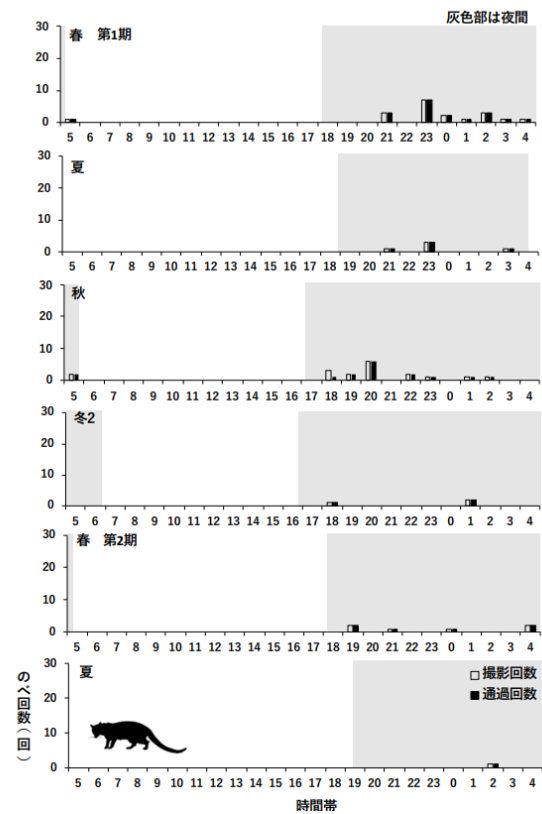


図 11 ハクビシンの撮影回数とトンネル通過回数の日周変化 (第 1 期・第 2 期)

および 2018 年 4 月～6 月) のみを抽出し、4-3) と同様の GLM による解析をおこなった。この結果、4-3) での解析結果とは異なり、ハクビシンのトンネル通過回数による有意な効果は確認されなくなった (表 5, 尤度比カイ二乗値=0.43, $df=1$, $P=0.51$)。その一方で、アライグマのトンネル通過回数による有意な負の効果が確認された (尤度比カイ二乗値=7.91, $df=1$, $P<0.05$)。

表 5 タヌキのトンネル通過回数に及ぼす多種の効果

モデル条件	説明変数	係数	標準誤差	有意水準
1) 全期間	切片	-1.20	0.10	<0.01
	アライグマの通過回数	-0.03	0.02	0.18
	ネコの通過回数	-0.38	0.22	0.08
	ハクビシンの通過回数	0.17	0.07	0.01
2) 2016 年と 2018 年の 4～6 月のみ	切片	-0.92	0.22	<0.01
	アライグマの通過回数	-0.65	0.27	0.01
	ネコの通過回数	1.07	1.07	0.32
	ハクビシンの通過回数	-0.256	0.416	0.54

以下の条件による一般化線形モデルによる解析
 応答変数：タヌキの通過回数; オフセット項：タヌキの撮影回数; 誤差：ポアソン分布

5. 食性調査

採集したタヌキの糞の総数は 104 個であり、そのうち春 18 個、夏 12 個、秋 23 個、冬 29 個の計 82 個を分析した。糞の採集場所に基づき、トンネル設置道路によって分断された公園と緑地の食性を比較した(表 6)。占有率による PERMANOVA での比較において、両地域および季節のいずれにおいても有意な効果が認められた(地域: $F=11.81$, $df=1$, $P<0.001$, 季節: $F=8.88$, $df=3$, $P<0.01$)。季節ごとに各食物カテゴリーについて地域間で比較すると、昆虫は春と秋に有意に緑地で多かった(マン・ホイットニー検定, $df=1$, 春: $P<0.05$, 秋: $P<0.01$)。哺乳類は、春は有意に公園で多く、冬は有意に緑地で多かった(マン・ホイットニー検定, $df=1$, 春: $P<0.01$, 冬: $P<0.05$)。果実は秋と冬において有意に公園のほうが多かった(マン・ホイットニー検定, $df=1$, 秋: $P<0.05$, 冬: $P<0.1$)。葉は秋と冬において緑地のほうが有意に多かった(マン・ホイットニー検定, $df=1$, 秋: $P<0.05$, 冬: $P<0.1$)。鳥類、種子、人工物は全ての季節において有意差が見られなかった。ただし、種子については、果実と種子の占有率を合計すると秋と冬において有意に公園のほうが多かった(マン・ホイットニー検定, $df=1$, 秋: $P<0.05$, 冬: $P<0.05$)。

考 察

1. タヌキトンネルの野生動物による利用

カメラ調査により、現在もタヌキがトンネルを利用

していることが確認された。さらにトンネル付近には、タヌキ以外に、アライグマ、ハクビシン、ネコが出没し、アライグマとハクビシンでは確実なトンネルの利用が確認された。またネコにおいても、トンネル通過を確認できなかったものの、前後の状況からトンネルを利用している可能性が示唆された。これらトンネル利用 4 種のうち、最も頻繁にトンネルを利用したのは、タヌキではなく、アライグマであった。

各動物種のトンネル付近での撮影回数の月変化には、各種の生活史による影響による回数の増減が認められた。タヌキでは、育児期にあたる 5 月～7 月(Ikeda 1983, 野柴木 1987, 山本ほか 1994)に撮影回数が減少し、行動圏が広がる時期に相当する 9 月～12 月(山本ほか 1994)には撮影回数が増加した。アライグマでは、8 月に撮影回数がピークとなり、8 月以降には子を連れた親子が確認され、子連れでの採食活動の影響が認められた。一方、アライグマの出産期や育児期(Kato et al. 2009, 池田 1999)にあたる 5 月～6 月には営巣場所の影響からか撮影回数が減少した。ネコでは、2016 年 1 月～5 月に撮影回数が集中したが、この 1 月～5 月には、繁殖活動と関連して雄の行動圏サイズが大きくなることが報告されている(Yamane et al. 1994)。実際、模様により個体識別された雄ネコが、何度もトンネル付近に出没していた。ハクビシンでは、撮影回数が最も多かったのは 10 月であり、本種の出産期(Tei et al. 2011)の終わり頃に相当する時期に一致した。

表6 占有率によるタヌキ食性のかしの木山公園(公園)と成瀬緑地(緑地)間での比較

	春		夏		秋		冬	
	公園(3)	緑地(15)	公園(9)	緑地(3)	公園(11)	緑地(12)	公園(10)	緑地(19)
昆虫	1.8	13.7 **	24.1	16.1	3.2	18.6 *	10.6	3.9
鳥類	0.0	15.2	0.6	1.0	1.9	0.1	0.0	3.9
哺乳類	43.2	3.2 **	0.8	0.0	0.1	0.3	0.7	5.2 *
果実	29.6	16.0	44.6	16.6	56.4	32.3 *	23.2	14.1 +
種子	1.5	8.7	8.0	13.3	26.6	17.3	22.0	16.6
葉	20.1	11.9	6.9	11.3	5.0	12.9 *	1.0	6.2 +
人工物	0.3	21.9	0.5	3.7	0.0	0.4	0.4	4.1
その他	0.6	5.9	3.9	4.6	4.2	3.9	0.1	2.1
不明	2.8	3.5	10.6	8.5	2.6	0.0	0.6	3.2
果実+種子	31.2	24.8	52.6	29.9	83.1	49.6 *	45.2	30.7 *

太字(マン・ホイットニー検定で有意差): ** $P<0.01$, * $P<0.05$, + $P<0.1$

しかしながら、顕著な月変化は確認できなかった。

各種の撮影時間帯に着目すると、タヌキ、アライグマ、ハクビシンでは季節を通して夜間に出没が集中し、この 3 種は夜行性の活動傾向を示した。一方ネコについては、日中の撮影回数が多く、特に春では、日中が夜間を上回り、顕著な昼行性の活動傾向を示した。こうした活動パターンの日周性は、概ね既存の報告に一致していた（タヌキ・アライグマ：山本 1993, Ikeda et al. 2016; ハクビシン：Seki and Koganezawa 2010）。ただし、ネコに関しては飼養形態による影響を受ける可能性が高いことが指摘されており（Piccione et al. 2013）、飼育されているネコとノラネコでは夜行性の活動割合が相対的に高いとの報告もある（Horn et al. 2011）。

2. 調査期間の違いによる各動物種のトンネル利用の変化

カメラトラップによる調査を 2 期間にわけて比較したところ、各動物種で顕著なトンネル利用の変化が確認された。第 1 期と比べて、第 2 期には全種で出没頻度が減少し、とりわけ、最も高頻度でトンネルを通過したアライグマの出没頻度の減少が顕著であった。この要因は不明であるが、本調査地が立地する町田市では、在来生態系や生活環境への被害防止のために外来種駆除事業が実施されており、こうした事業が影響した可能性も考えられる。町田市の駆除事業では、2018 年 6 月～9 月までにアライグマが 5 頭捕獲された。捕獲地域と頭数は、それぞれ、つくし野（タヌキトンネルから直線距離：3602m）で 3 頭、玉川学園（タヌキトンネルから直線距離：823m）で 1 頭、南大谷（タヌキトンネルから直線距離：863m）で 1 頭であった（町田市 2018）。日本に生息するアライグマの行動圏サイズは 26ha～374ha 程度であり（倉島・庭瀬 1998; Suzuki et al. 2003）、捕獲地点が 1km 以内の場合には、本調査地を行動圏に含んでいた可能性が高い。さらに、本研究の第 2 期には、成瀬かしの木山特別保護緑地区に隣接する南側の緑地が宅地開発され、周辺の生息環境が大きく改変された。こうした生息環境の変化も、第 2 期における各種の撮影回数とトンネル通過回数の減少に影響した可能性がある。

3. タヌキのトンネル利用に及ぼすアライグマの影響

2 つの調査期間を比較すると、第 2 期にはトンネル

通過回数がすべての動物種で大きく減少していたが、とりわけ、アライグマでの減少が著しく、第 2 期の 4 月以降、アライグマが確認されなくなった。一方、この変化と対応する形でタヌキのトンネル通過割合の方は有意に増加しており、他種との関係を解析した結果、タヌキの時間帯別のトンネル利用は、アライグマとの間でのみ有意な負の効果が認められた。この結果は、アライグマのトンネル利用が、タヌキのトンネル利用を抑制し、両者はトンネル利用を巡って時間的・空間的に競合関係にあることが示唆される。タヌキとアライグマとの間の種間関係に関しては、従来からタヌキなどの在来中型食肉目の生息にネガティブな影響を与える可能性が指摘されていたが（池田 1999; 池田ほか 2004; Abe et al. 2006）、近年、生息密度推定に関する統計手法の発達により、タヌキの生息密度がアライグマの生息密度により負の影響を受けていることも確認されている（栗山ほか 2018）。本研究で確認された、タヌキのトンネル利用に対するアライグマによる負の影響は、道路横断用の通路の利用といった、局所的かつ時間的なマイクロニッチにも及んでいた可能性を示すものと考えられる。アライグマによるタヌキのトンネル通過への負の影響が、実際にどのようなプロセスによって引き起こされているかについては不明であるが、可能性としては、アライグマがトンネルを利用した際に残した臭いをタヌキが避けていたのかもしれない。

4. トンネル設置道路によって分断された土地の食性比較

トンネル設置道路によって分断された公園側と緑地側の食性を比較した結果、両者の間で明確な食性の差が認められ、同一の食性を示す集団由来のものとは考えにくいことが示唆された（表 6）。タヌキのタメフン場は餌場を共有する複数個体によって共同利用され（Ikeda 1984, Yamamoto 1984, 野紫木 1987）、1 個体が 1 日に 2～3 回糞を排泄し（Ikeda 1984, Yamamoto 1984）、平均 3.8 ケ所（1 ケ所～9 ケ所）のタメフン場を利用する（Ikeda 1984）。これらの知見にしたがえば、同一集団内のタヌキのタメフンには、食性が類似したタヌキの糞が多く混じるであろう。すなわち、タヌキ専用トンネル周辺に生息するタヌキの大部分が日常的にこれら 2 つの地域をトンネルにより一つの生息地として利用すれば、

両地域で採集されたタヌキの糞組成も一致すると予想される。しかし、それぞれの地域で回収した糞の組成はこうした予測とは異なっていた。このことから、公園と緑地はタヌキの生息地として分断されており、トンネルが両地域をつなぐ役割を十分果たせていなかった可能性が示唆される。実際こうした傾向は、先述したようにセンサーカメラによるタヌキの撮影頻度と比べてトンネル通過頻度が著しく少ないことから、一部の個体のみで専らトンネルが利用されていた可能性とも矛盾しない。

5. タヌキトンネルの問題点と今後の課題

本研究から、トンネル周辺に生息するタヌキは現在もトンネルを利用していることが明らかとなった。しかしその一方で、新たに交通事故死と思われるタヌキの死体が 2018 年 12 月 28 日に公園内で回収されている（塚田私信）。こうした交通事故が発生する背景には、タヌキがトンネルを通過せずに道路上を横断する事実がある。実際、第 2 期の調査では、3 回の道路横断事例が観察されており（表 4）、トンネル通過回数の 20 回と比べて少ないものの、交通事故発生のリスクを確実に減らすことはできていない。タヌキがトンネルではなく、道路を横断する行動を選択する理由には、アライグマのような競合種の影響の他にも、トンネル自体が通行しにくいといった環境要因も影響していた可能性がある。実際、筆者らがカメラのデータ交換時に公園側の出入口を観察したところ、夏季には、繁茂した植物により出入口が塞がれている状態となっていた。さらに、公園側のトンネル出入口から公園側のフェンスへと登るけもの道が植物によって塞がれ、通れない状態となっていた。こうした事態を解消するため、筆者らの手により、けもの道部分のみ草刈りを実施したところ、その直後から動物によるけもの道の通過が観察された。公園の草刈りは夏季に一度行われているが、トンネルの出入口付近は管理がされておらず、常に葉などが堆積する状態だった。このように、動物用道路横断施設を有効に機能させるには、出入口周辺の草刈りなどの施設の維持管理が必要であろう。実際、動物用道路横断施設の出入口付近の草刈りや施設の清掃といった定期的なメンテナンスにより、動物による施設の利用頻度が向上することが報告されている（岡村ほか 2003）。今後もトンネルの機能を継続させるには、定期的な管理やモニタリングが必要

であると考えられる。

さらに、本研究でアライグマによるタヌキのトンネル利用への負の効果が確認されたように、在来種であるタヌキのトンネル利用を促進するためにも、競合種となる外来種の存在を適正管理することも重要であろう。現在、東京都では外来種であるアライグマとハクビシンの駆除事業が「東京都アライグマ・ハクビシン防除実施計画」のもとで進められている（東京都環境局 2018）。こうした防除作業を優先的に実施する場所として、本調査地のように特定の通路を巡って在来種であるタヌキとアライグマが競合する場合には、特に考慮することも検討されるべきであろう。

謝 辞

本研究を行うにあたり、町田市役所建設部道路補修課の浅川氏にはタヌキ専用トンネルについての情報を提供していただいた。町田市役所都市づくり部公園緑地課の薄井 久氏および星氏には本研究の対象としてタヌキ専用トンネルを扱うことにご快諾いただき便宜をはかっていただいた。かしの木山自然公園を管理する田島氏、田沼氏、松本氏には公園内のタヌキのタメフン場の位置やタヌキをはじめとする野生動物の目撃状況を教えていただいたほか、日々設置したセンサーカメラの見回りをしていただき、設置場所付近の草刈などをしていただいた。ロードキル個体が発見された際には回収、連絡をしていただいた。昭和薬科大学総務課の馬場洋一氏には昭和薬科大学のキャンパス内において調査を行うことについてご快諾いただき、スムーズに調査を行えるよう便宜をはかっていただいた。野生動物救護の会の彌重由美氏には調査地付近のロードキル情報についてご教授いただいた。麻布大学動物工学研究室の田中和明准教授には種子同定に際して多くのアドバイスをいただいた。麻布大学野生動物学研究室の須藤哲平氏、勝又あゆみ氏、藤本 優氏、小川 臨氏、雄賀多 希英氏、阿部 楓氏、堀 直樹氏、中村奈央氏には調査補助やデータの集計・分析などでご協力いただいた。以上の方々に心から御礼申し上げます。

引用文献

Abe, G., Ikeda, T., and Tatsuzawa, S. 2006.

- Differences in habitat use of the native raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides albus*) and the invasive alien raccoon (*Procyon lotor*) in the Nopporo Natural Forest Park, Hokkaido, Japan. Assessment and Control of Biological Invasion Risks. Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland, pp. 116-121.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- 朝日新聞. 1994. タヌキを守れ！トンネル完成 市民グループ訴え実る. 朝日新聞 (1994.3.16 付け記事)
- 朝日新聞. 1995. 天声人語. 朝日新聞 (1995.5.22 付け記事) .
- 土居秀幸・岡村 寛. 2011. 生物群集解析のための類似度とその応用：R を使った類似度の算出，グラフ化，検定. *日本生態学会誌* 61: 3-20.
- Formann, R. T. T., Sperling, D., Bissonett, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Fahring, L., France, R., Goldman, C. R., Heanue, K., Swanson, F. J., Turrentine, T., and Winter, T. C. 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington. 481pp.
- 原 文宏. 2003. エゾシカのロードキル対策に関する計画及び設計方法. *国際交通安全学会誌* 28 : 55-62.
- Horn, J. A., Mateus - Pinilla, N., Warner, R. E., and Heske, E. J. 2011. Home range, habitat use, and activity patterns of free - roaming domestic cats. *The Journal of Wildlife Management* 75(5): 1177-1185.
- Ikeda, H. 1983. Development of young and parental care of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides viverrinus* Temminck, in captivity. *Journal of the Mammalogical Society of Japan* 9: 229-236.
- Ikeda, H. 1984. Raccoon dog scent marking by scats and its significance in social behaviour. *Journal of Ethology* 2: 77-84.
- 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.
- 池田 透. 1999. 北海道における移入アライグマ問題の経過と課題. *北海道大学文学部紀要* 47(4): 149-175.
- 池田 透・阿部 豪・立澤史郎. 2004. 北海道野幌森林公園における外来アライグマと在来エゾタヌキの関係 (1) -空間利用からみた種間関係-. In: 日本生態学会大会講演要旨集 第 51 回日本生態学会大会 釧路大会. 日本生態学会, pp. 518.
- Jaeger, J. A., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., Tluk, K., and Von Toschanowitz, K. T. 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling* 185(2-4): 329-348.
- 亀山 章 (編) . 1997. エコロード：生き物にやさしい道づくり. ソフトサイエンス社, 東京, 238pp.
- Kato, T., Ichida, Y., Asano, K., and Hayama, S. 2009. Reproductive characteristics of feral raccoons (*Procyon lotor*) captured by the pest control in Kamakura, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 71 : 1473-1478.
- 国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室. 2007. 国土道路環境影響評価の技術手法 (別冊事例集 動物, 植物, 生態系). 技術政策総合研究所資料 No. 393 - 395. 国土交通省国土技術総合研究所, 茨城, 503pp.
- 小南陽亮・田内裕之・八木橋勉. 2016. 木のタネ 検索図鑑 - 同定・生態・調査法 -. 文一総合出版, 東京, 298pp.
- 高速道路総合技術研究所 (編) 2016. エコロードガイドー高速道路における自然環境保全の取り組み. 高速道路総合技術研究所, 町田, 151pp.
- 倉島 治・庭瀬奈穂美. 1998. 北海道恵庭市に帰化したアライグマ (*Procyon lotor*) の行動圏とその空間配置. *哺乳類科学* 38(1): 9-22.
- 栗山武夫・小井土美香・長田 穰・浅田正彦・横溝裕行・宮下直. 2018. 密度推定に基づいたタヌキに対する外来哺乳類 (アライグマ・ハクビシン) の影響. *保全生態学研究* 23(1): 9-1.

- 毎日新聞. 2014. タヌキ専用トンネル：設置から 20 年 東京・町田. 毎日新聞 (2014.12.21 付け記事) .
- 町田市都市づくり部公園緑地課. 2016. 町田市緑の基本計画 2020 一部改訂. 町田市, 東京, 169pp.
- 町田市. 2018. アライグマ・ハクビシン防除事業. <http://www.city.machida.tokyo.jp/kurashi/kankyo/midori/gairaishu/araigumahakubishin.html> (2018.12.5 閲覧)
- 仲松徳修・金城基樹. 2014. 北部国道事務所におけるヤンバルクイナロードキル対策について. 国土交通省国土技術研究会論文集: 197-200.
- 中山至大・井之口希秀・南谷忠志. 2004. 日本植物種子図鑑 [改訂版第 1 刷]. 東北大学出版会, 宮城, 670pp.
- 並河良治・大西博文・曾根真理・角湯克典・桑原正明・川上 篤史. 2004. ロードキル防止技術に関する研究 - 哺乳動物の生息域保全に向けて -. 国土技術政策総合研究所 152, 国土技術政策総合研究所, 茨城, 103pp.
- 日本経済新聞. 1994. 桑原紀子. 194. 「お騒がせ楽し」東京タヌキ. (1994.5.12 付け記事)
- 野柴木 洋. 1987. 志賀高原におけるホンダタヌキの生態について. 志賀自然教育研究施設研究業績 24: 43-53.
- 岡村麻生・鱈 雅哉・伊澤雅子・土肥昭夫・坂口法明・辺土名朝洋・具志堅 篤・玉城米吉. 2003. イリオモテヤマネコの交通事故とその防止に向けての試み. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 2: 67-74.
- 小川 巖. 2006. キツネが原因の高速道路における人身事故死の事例と侵入防止対策. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 5: 5-10.
- 小川智彦. 1998. 森の新聞 12 タヌキの丘. フレーベル館, 東京, 55pp.
- Piccione, G., Marafioti, S., Giannetto, C., Panzera, M., and Fazio, F. 2013. Daily rhythm of total activity pattern in domestic cats (*Felis silvestris catus*) maintained in two different housing conditions. Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research 8(4): 189-194.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (2017.5.12 閲覧)
- Seiler, A., Olsson, M., Rosell, C., and Van Der Grift, E. A. 2016. SAFEROAD Safe roads for wildlife and people: Cost-benefit analyses for wildlife and traffic safety (No. 4). CEDR. 61pp.
- Seki, Y., and Koganezawa, M. 2010. Reduced home range in winter but an overall large home range of a male masked palm civet: A study in a high-altitude area of Japan. Animal Behaviour and Management 46(2): 69-76.
- 園田陽一・武田ゆうこ・松江正彦. 2011. 野生動物におけるロードキル, バリアー効果とミティゲーション技術に関する研究の現状と課題. ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 4: 7-16.
- 園田陽一・松江正彦・舟久保 敏. 2019. 野生哺乳類による道路横断施設の利用とその利用に影響する要因. ランドスケープ研究 (オンライン論文集) 12: 37-44.
- Suzuki, T., Aoi, T., and Maekawa, K. 2003. Spacing pattern of introduced female raccoons (*Procyon lotor*) in Hokkaido, Japan. Mammal Study 28(2): 121-128.
- 鈴木庸夫・高橋 冬・安延尚文. 2012. ネイチャーウォッチングガイドブック 草木の種子と果実. 誠文堂新光社, 東京, 272pp.
- Takatsuki, S., Hirasawa, M., and Kanda, E. 2007. A comparison of the point-frame method with the frequency method in fecal analysis of an omnivorous mammal, the raccoon dog. Mammal Study 32(1): 1-5.
- 多摩丘陵野外博物館たぬき実行委員会. 1995. いまどきの町だぬき. 多摩丘陵野外博物館たぬき実行委員会, 町田, 40pp.
- 谷口 建. 2003. ロードキル. 農業土木学会誌 71(9): 840.
- Tei, K., Kato, T., Hamamoto, K., Hayama, S. I., and Kawakami, E. 2011. Estimated months of parturition and litter size in female masked palm civets (*Paguma larvata*) in Kanagawa prefecture and Tokyo metropolis. Journal of Veterinary Medical Science 73(2): 231-233.

- 東京都環境局. 2018. 東京都アライグマ・ハクビシン防除実施計画.
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/animals_plants/raccoon/raccoon.files/plan20160524.pdf (2019.3.11 閲覧)
- van der Ree, R., Gagnon, J. W., and Smith, D. J. 2015. Fencing: a valuable tool for reducing wildlife-vehicle collisions and funnelling fauna to crossing structures. In (van der Ree, R., Smith, D. J., and Grilo, C., eds.) Handbook of road ecology, pp. 159-171. John Wiley & Sons, West Sussex.
- 山本伊津子. 1984. ため糞の意味を探る, タヌキの共同トイレ. アニマ 140: 70-75.
- Yamamoto, I. 1984. Latrine utilization and feces recognition in the raccoon dog, *Nyctereutes procyonoides*. Journal of Ethology 2: 47-54.
- 山本祐治. 1993. 川崎市におけるホンダタヌキの行動圏と日周期活動. 川崎市青少年科学館紀要 4: 7-12.
- 山本祐治・寺尾晃二・堀口忠恭・森田美由紀・谷地森秀二. (1994). 長野県入笠山におけるホンダタヌキの行動圏と分散. 自然環境科学研究 7: 53-61.
- Yamane, A., Ono, Y., and Doi, T. 1994. Home range size and spacing pattern of a feral cat population on a small island. Journal of the Mammalogical Society of Japan 19: 9-20.
- 読売新聞. 1994. 動物園のエサ失敬／発信機つけ追跡. 読売新聞 (1994.11.19 付け記事).

Original Article

The effect of a road crossing facility, "raccoon dog tunnel" in Machida City, Tokyo: Which mammals can really pass through this tunnel?

Hideharu TSUKADA, Tsukika SHIMIZU, Miho OHSHIMA and Masato MINAMI

School of Veterinary Medicine, Azabu University

(Received 2021/12/6 in final form 2022/3/23)

Abstract

Constructing "eco-roads" enables wildlife to pass between fragmented habitats and can reduce the occurrences of wildlife-vehicle collisions. However, the responses of wild animals to these eco-friendly facilities have not been monitored in detail, except during the period immediately after construction. In this study, we investigated the variety of animals using these eco-roads and their response to a "raccoon dog tunnel", a 20-year-old road-crossing facility in Machida City, Tokyo. Two phases of camera trapping survey revealed various mammalian species, including raccoon dogs, raccoons, masked palm civets, and cats, using the tunnel. At night, raccoon dogs used the tunnel infrequently, whereas raccoons used it actively, suggesting that the two species compete with each other for passing through the tunnel. The fecal analysis of raccoon dogs showed that they eat different food items at different areas of the park and the green space, which are separated by the road, suggesting that the tunnel may not be connecting these two habitats efficiently. Our study shows that the tunnel is inadequate for raccoon dogs for movement between their habitats, but serves as robust connection and safe habitat for raccoons, an alien species, to move between their habitats.

Key Words

habitat fragmentation, *Nyctereutes procyonoides*, *Procyon lotor*, roadkill, interspecific competition, underpass

4. 会 記

役員の改選：道路生態研究会会則第 12 条、及び第 15 条により、役員を次の通り改選し、2022 年 6 月 4 日の第 8 回通常総会で承認されました。

【旧】(令和 2～3 年度)		【新】(令和 4～5 年度)	
代 表	亀山 章 (再任)	代 表	亀山 章 (再任)
副 代 表	柳川 久 (再任)	副 代 表	柳川 久 (再任)
代表幹事	佐藤 将 (再任)	代表幹事	園田 陽一 (再任)
代表幹事	園田 陽一 (会計担当) (再任)	代表幹事	山田 一雄 (新任)
幹 事	塚田 英晴 (研究部会) (再任)	幹 事	塚田 英晴 (研究部会) (再任)
幹 事	立脇 隆文 (研究部会) (新任)	幹 事	立脇 隆文 (研究部会) (再任)
幹 事	宮下 修一 (再任)	幹 事	村山 元 (広報) (再任)
幹 事	村山 元 (再任)	幹 事	森崎 耕一 (会計) (再任)
幹 事	森崎 耕一 (再任)	幹 事	矢竹 一穂 (編集) (再任)
幹 事	矢竹 一穂 (再任)	幹 事	川西 良宣 (編集) (新任)
幹 事	山田 一雄 (再任)	監 事	宮下 修一 (新任)
監 事	草野 信 (再任)	監 事	佐藤 将 (新任)

※ 草野 信 監事は退任となりました。長らくのご就任お疲れ様でした。

5. 編集後記

新型コロナウイルス感染防止のため 2 年続けて総会は書面での審議となりましたが、初めての試みとして見学会をオンラインで開催しました。例年の見学会は東京周辺で行われてきましたが、今回はなかなか訪れる機会のない奄美沖縄地域の環境省 4 つの事務所からの配信して頂きました。ご講演をお引き受け頂いた各事務所の方々に御礼申し上げます。いずれも現地を訪れたい気持ちにもなりました。

研究会誌も原稿が集まるようになり、本号では「原著論文」1 編を掲載することができました。引き続き会員の皆様のご投稿をお待ちしております。

[編集委員長 矢竹 一穂]

会則

設立年月日 平成 27 年 12 月 11 日

平成 29 年 6 月 10 日変更

第 1 章 総則

(名称)

第 1 条 この会は、道路生態研究会 (Road Ecology Research Society of Japan) と称する。

(事務局)

第 2 条 この会の事務局は、代表の指示する事務所に置く。

第 2 章 目的及び事業

(目的)

第 3 条 この会は、道路と緑や自然、野生生物との係りを考究し、自然環境の保全に係る学術的研究、技術の情報収集及び提供、情報の交流、普及啓発を通じ、交通インフラ整備、管理、運営における自然環境の保全や生物多様性の確保、さらには社会環境の質的な向上に貢献することを目的とする。

(活動の種類)

第 4 条 この会は、前条の目的を達成するために次に掲げる種類の活動を行う。

- (1) 環境の保全に係る研究活動
- (2) 交流・普及啓発に係る活動
- (3) 前号に掲げる活動を行う団体の運営又は活動に関する連絡、助言又は援助の活動
- (4) 交通インフラ事業者への提言及び助言

(事業の種類)

第 5 条 この会は、第 3 条の目的を達成するため、次の事業を行う。

- (1) 道路 (交通インフラ) における自然環境保全に係る研究会の開催に係る事業
 - (2) 研究会誌、ニュースレター等の発行に係る事業
 - (3) 環境保全技術の情報収集、提供に係る事業
 - (4) 国内外での情報の交流に係る事業
 - (5) 普及啓発のための事業
 - (6) その他の、この会の目的を達するために必要な事業
- 2 事業を実施するために必要な研究部会等を置くことができる。

第 3 章 会員

(会員)

第 6 条 この会の会員は、会の目的に賛同する個人または団体とする。

(入会)

第 7 条 会員として入会しようとする者は、別に定める入会申込書により代表に申し込むものとし、代表の承認を得るものとする。

(会費)

第 8 条 会員は、以下に定める年会費を納入しなければならない。

- (1) 個人会員 3,000 円
- (2) 学生会員 1,000 円
- (3) 団体会員 一口 10,000 円 (一口以上)

(退会)

第 9 条 会員は、別に定める退会届を代表に提出し任意に退会することができる。

2 会員が、次の各号のいずれかに該当するときは、退会したものとみなす。

- (1) 本人が死亡したとき。

(2)会費を3年以上納入しないとき.

(拋出金品の不変換)

第10条 既納の会費及びその他の拋出金は、返還しない.

第4章 役員及び幹事

(役員及び定数)

第11条 この会に次の役員及び幹事を置く.

(1)代表 1名

(2)副代表 1名

(3)幹事 複数名

(4)監事 1名

2 幹事のうち、2人を代表幹事とする.

(選任等)

第12条 代表、副代表、幹事及び監事は、総会において選任する.

2 代表幹事は幹事の互選とする.

(職務)

第13条 代表は、この会を代表し、その業務を統括する.

2 副代表、代表幹事は、代表を補佐し、これに事故があるとき、又は欠席の時は、その職務を代行する.

3 幹事は、この会則の定めに基づき、この会の業務を執行する.

4 監事は次に掲げる職務を行う.

(1) 会の業務執行状況を監査すること

(2) 会の財産状況を監査すること

(3) 前2号の規定による監査の結果、この会の業務又は財産に関し不正の行為又は法令もしくは会則に違反する重大な事実があることを発見した場合には、これを総会又は所轄庁に報告すること

(4) 前号の報告をするため必要がある場合には、総会を招集すること（総会の招集を請求すること）

(5) 会の業務執行の状況又は財産の状況について、代表に意見を述べること

(事務局)

第14条 この会の事務を処理するため事務局を設け、事務局は当面、幹事が担う.

(任期等)

第15条 役員の任期は、2年とする。ただし、再任を妨げない.

2 役員は無給とする.

第5章 総会

(総会)

第16条 この会の総会は、会員を持って構成し、年に1回開催するものとする。ただし、必要があるときは臨時に開催できるものとする.

2 総会は、下の事項について議決する.

(1)会則、事業等の変更

(2)解散

(3)事業計画及び収支予算並びにその変更

(4)事業報告及び収支決算

(5)代表、副代表、幹事及び監事の選任又は解任

(6)会費に関する事項

(7)その他会の運営に関する重要事項

(招集)

第17条 総会は、代表が招集する。

(議長)

第18条 総会の議長は、その総会において、出席した会員の中から選出する。

(定足数)

第19条 総会は、会員の過半数（委任状を含む）の出席がなければ、開会することができない。

(議決)

第20条 総会の議事は、出席した会員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

(議事録)

第21条 総会の議事については、議事録を作成する。議事録には、日時及び場所、会員の総数及び出席者数（書面表決者又は表決委任者がある場合にはその数を付記すること）、審議事項、議事の経過の概要及び議決結果、議事録署名人の選任に関する事項等を記載しなければならない。

2 議事録には、議長及びその総会において選任された議事録署名人2人以上の署名又は記名押印しなければならない。

第6章 資産及び会計

(資産の構成)

第22条 この会の資産は、次の各号に掲げるものをもって構成する。

- (1) 設立当初の財産目録に記載された資産
- (2) 会費
- (3) 寄付金品
- (4) 財産から生じる収入
- (5) 事業に伴う収入
- (6) その他の収入

(資産の管理)

第23条 この会の資産は、代表が管理し、その方法は総会の議決を経て、代表が別に定める。

(会計の原則)

第24条 この会の会計は、次に掲げる原則に従って行うものとする。

- (1) 会計簿は、正規の簿記の原則に従って正しく記帳すること。
- (2) 活動計算書は、会計簿に基づいて収支に関する真実な内容を明瞭に表示したものとすること。
- (3) 採用する会計処理の基準及び手続きについては、毎事業年度継続して適用し、みだりにこれを変更しないこと

(事業計画及び活動予算)

第25条 この会の事業計画及びこれに伴う活動予算は、代表が作成し、総会の議決を経なければならない。

(事業報告及び活動決算)

第26条 この会の事業報告及び収支決算は、毎事業年度ごとに代表が事業報告書、活動計算書を作成し、(監事の監査を受けて)、その年度の終了後3カ月以内に総会の承認を得なければならない。

(事業年度)

第27条 この会の事業年度は、毎年4月1日に始まり、翌年3月31日に終わる。

第7章 会則の変更、解散及び合併

(会則の変更)

第28条 この会が会則を変更するときは、総会において承認を得なければならない。

(解散)

第29条 この会は、次に掲げる事由により解散する。

- (1) 総会の決議
- (2) 目的とする会の活動に係る事業の成功の不能
- (3) 会員の欠亡
- (4) 合併
- (5) 破産

2 前項第1号の事由によりこの会が解散するときは、総会において承認承諾を得なければならない。

(残余財産の帰属)

第30条 この会が解散(合併又は破産手続き開始の決定による解散を除く.)したときに残存する財産は、総会において選定したものに帰属する。

第8章 雑則

(細則)

第31条 この会則に定めのない必要な細則は、総会の議決を経て、代表がこれを別に定める。

附 則

- 1 この会則は、この会の設立の日から施行する。
- 2 この会の設立当初の役員等は以下の9名とする。

代 表 亀山 章

副代表 柳川 久

代表幹事 佐藤 将

代表幹事 園田 陽一 (会計担当者)

幹事 宮下 修一

幹事 村山 元

幹事 矢竹 一穂

幹事 山田 一雄

監事 草野 信

3 役員は、前第4章15条の規定にかかわらず、後任者が選任されていない場合に限り、最初の総会が終結するまで、その任期を延長する。

4 この会の設立当初の事務局は、代表の指示する 191-0012 東京都日野市日野 2994 番地に置く。

5 この会の設立当初の事業計画及び収支予算は、第25条の規定にかかわらず、設立総会の定めるところによるものとする。

6 この会の設立当初の事業年度は、第27条の規定にかかわらず、平成27年12月11日から平成28年3月31日までとする。

道路生態研究会研究部会 細則

2017 年 4 月 11 日幹事会決定

第 1 条 (総則)

本規約は、研究部会の設立、運営、改廃等に関するものである。

第 2 条 (目的)

研究部会は、当該部会員が特定のテーマに関して共同で研究、交流、議論、および発表し、道路生態研究の発展に貢献する研究成果を得て、それを研究会会員に提供することを目的とする。

第 3 条 (活動内容)

研究部会で実施する内容として、以下の活動を行うものとする。

- (1) 道路生態に関する研究テーマの企画・立案
- (2) 年次計画の作成
- (3) それに関する事項

第 4 条 (委員)

研究部会の運営のため次の役員をおく。

- (1) 委員は、原則としてその全員が本研究会員とする。
- (2) 研究部会を代表する者として部会長 1 名、その補佐を行うものとして副部会長 2 名を定める。

以上

「道路生態研究会誌」編集・投稿規定

(2019 年 7 月 25 日制定, 2020 年 6 月 13 日改定)

1. 道路生態研究会誌

道路生態研究会誌は、道路（広く交通インフラを含む）と緑や自然と野生生物との関係、交通インフラの整備、管理、運営における自然環境の保全や生物多様性の確保等に関連する内容を掲載する。

2. 道路生態研究会誌 編集委員会

本誌を編集するために道路生態研究会誌編集委員会（以下、編集委員会とする）を置く。編集委員会は 1 名の編集委員会委員長と複数名の編集委員により構成される。

3. 道路生態研究会誌 編集委員会委員長および編集委員

編集委員会委員長および編集委員は道路生態研究会幹事会によって選出される。

4. 校閲

編集委員会は本誌の投稿原稿につき、独創性、発展性、完成度等の質的水準を判定するために、校閲を行なう。

編集委員長より査読委員（会員外も含む）を 2 名あるいは 3 名選出して、査読委員の代表者が（責任編集者）査読結果を取りまとめる。

責任編集者が査読結果を編集委員長に返し、編集委員長から投稿者へ連絡する。

査読・修正期間は以下を目途とする。

査読期間 1 ヶ月、修正期間 2 ヶ月、再査読期間 3 週間、再修正期間 1 ヶ月。

投稿論文の採否は編集委員会が決定し、投稿者に通知する。

校閲の結果、修正を必要とする投稿原稿については、編集委員会はその理由を付して投稿者に原稿の修正を求めることができる。

5. 投稿

会員は本誌に投稿することができる。共著者に非会員を含むことができるが、筆頭著者は会員に限る。また、編集委員会が依頼した場合はこの限りではない。投稿原稿は他誌に未発表のものに限る。

6. 原稿の種類

原稿は、原著論文、短報、総説、資料（調査・技術報告や事例紹介等）、記録（研究発表会・シンポ

ジウム・見学会の記録等)に区分される。

このうち、資料、記録は校閲の対象とせず、編集委員会で確認し、誤字脱字、わかりにくい部分等があればコメントと合わせて著者へ返送し、修正を求める。

7. 原稿の形式

原稿は、和文の場合、原稿の種類、表題、著者名、著者所属、要旨、キーワード、本文、英文表題、英文著者名、英文著者所属、Abstract、Keywordsの順に記述し、英文の場合は和文要旨を付ける。

8. 校正

校正は誤植の訂正のみにとどめ、原稿の字句の訂正および内容の変更は認めない。

9. 附則

この規定は2020年6月14日から施行する。

以上

「道路生態研究会誌」執筆要領

(2019年7月25日改定, 2020年6月13日改定)

1. 順序: 和文の場合、冒頭の1ページに原稿の種類、表題、著者名、著者所属、要旨(400字以内)、キーワード(5語以内)、著者連絡先(郵便番号、住所、メールアドレス)、2ページ目から本文(はじめに、調査地、方法、結果、考察、謝辞、引用文献)、最終ページに英文表題、英文著者名、英文著者所属、Abstract(200語以内)、Keywords(5語以内)の順に記述し、英文の場合は和文要旨を付ける。
2. 原稿は縦長A4判(210×297mm)に横書き、フォントは、表題はMSゴシック、14ポイント、著者名はMS明朝、12ポイント、所属はMS明朝、10.5ポイント、見出しはMSゴシック、12ポイントとする。本文はMS明朝、10.5ポイント、英数字・記号はTimes New Roman、10.5ポイントとする。
3. 割付: A4版縦長に横書き、要旨とAbstractは1段組50字×46行/ページ、本文は2段組25字×46行/ページで余白は上下2.5cm、左右2.0cmとし、5行ごとに行番号を振る。表題、著者名、著者所属、英文の表題・著者名・著者所属の位置は全てセンタリングとする。
4. Abstract
目的、方法、結果、結論等を簡潔に示すこと。また、文章はネイティブ・チェックを受けること。
5. ページ数: 4~10ページ程度まで。
偶数ページでの作成が望ましい。なお、写真、図表等もこの中に収まるように割り付ける。
6. 文献を引用する場合は、次の様式に従って記載する。
本文中での引用は、(平川・麻生2018)、著者3名以上は(平川ほか2001)、(Ito et al.2001)とする。
引用文献リストはアルファベット順に配列し、雑誌の場合<著者名. 発行年. 表題. 雑誌名. 巻(号):初ページ-終ページ. >, 単行本の場合<著者名. 発行年. 表題. 出版社. 出版社所在地. ページ数. >とする。
記載例:
平川颯也・麻生海斗・細川迭男・倉本 宣. 2017. 圏央道茂原第一トンネル上部の哺乳類による利用. 日本緑化工学会誌 43(1): 310-313.
亀山 章編著. 1997. エコロードー生き物にやさしい道づくりー. ソフトサイエンス社. 東京. 238pp.
気象庁. 2019. 過去の気象データ検索. www.data.jma.go.jp/obd/stats/etm/index.php?prec_no=45&block_no=0376&year=2019&month=1&day=1&view= (2019.7.10 閲覧)
7. 投稿は原稿のデータファイルで、下記の「原稿の送付先」まで電子メールで送付する。

8. 原稿の送付先：

道路生態研究会 編集委員会委員長 矢竹一穂

e-mail アドレス：j.roadeco@gmail.com

※原則、郵送での原稿の送付は受け付けない。郵送での送付を希望する場合には、あらかじめ編集委員会宛に郵送希望を申し出ること。

以上

道路生態研究会 入会のご案内

研究会の趣旨に賛同し、共に活動を推し進めて頂ける方々、活動を支援して頂ける方々の輪を是非広げていきたいと考えています。多くの皆様にご入会頂けるようご案内申し上げます。

会員種別は3種類あります。

1. 個人会員 年会費 3,000 円
2. 学生会員 年会費 1,000 円
3. 団体会員 年会費 一口 10,000 円（一口以上）

●入会申込（会員登録）

会員種別・氏名または団体名、連絡先住所

e メールアドレスを下記まで、メールでお知らせ下さい。

道路生態研究会

E-mail: roadecology.researchsociety@gmail.com

●会費振込

下記口座まで、お振込み下さい。

ゆうちょ銀行口座

名 前：ドウロセイタイケンキュウカイ

店 名：0一八（ゼロイチハチ）

預金種目：普通預金

口座番号：7 8 6 5 3 5 4

道路生態学会誌 第 6 号

JOURNAL OF ROAD ECOLOGY RESEARCH SOCIETY OF JAPAN No.6

発 行 2022 年 6 月 30 日

編 集 道路生態学会誌 編集委員会

発行人 代表 亀山 章

東京都 日野市 日野 2994 番地 〒191-0012

<https://www.rersj.org/>
