

都市域の哺乳類の生息状況把握に向けた自治体の収集したロードキル記録の特徴

Characteristics of Road Kill Records Collected by Local Government: Evaluating its Utility for Monitoring

神宮 翔真* 佐方 啓介** 伊藤 太一**

Shoma JINGU Keisuke SAKATA Taiichi ITO

Abstract: For the purposes of biodiversity conservation and wildlife management it is becoming increasingly important to monitor mammals in urban environments as well as protected areas. While previous studies suggested road kill records collected by local governments as useful information sources to monitor urban wildlife populations, it is essential that the utility of road kill records are evaluated. In this study, we focused on the characteristics of road kill records' locations with its surrounding land use and roads, and compared its output with existing research. We found through the analysis of 997 mammalian road kill records of 10 species, that they were most commonly located at the vicinity of multiple-laned busy roads. Furthermore, road kill density distribution trends did not differ greatly between forested, agricultural or urban areas, with the majority in close proximity to each land use type. Our findings show that local government road kill records agree more with existing wildlife research results than citizen-reporting bias. We conclude the utility of road kill records are sufficient to monitor mammals in urban setups.

Keywords: road kill, wildlife management, land use, road, local governmental record, urban wildlife

キーワード: ロードキル, 野生動物管理, 土地利用, 道路, 自治体の記録, 都市の野生動物

1. はじめに

生物多様性国家戦略に基づき、我が国では都市の生物多様性を確保するための取組が推進されており、それには都市が位置する地域単位での生物多様性の状況把握が必要である¹⁾。そのひとつの手段として、野生生物の生息状況を調査し、把握することあげられる。地域単位の野生生物の生息状況把握は、鳥獣被害防止計画の策定や外来生物対策においても重要である。他方で、都市域では、以下のような理由で哺乳類の生息状況把握が困難な状況がある。

我が国では、網羅的な地域の野生生物生息状況調査として、「自然環境保全基礎調査」が実施されている。しかし、野生動物では一部の種を除いて経年的には実施されず、地域的な、最新の情報による生息状況把握が求められている²⁾。この基礎調査以外にも、モニタリングサイト1000や、生物多様性保全に関わる研究に伴った調査³⁾が実施されてきた。しかし、都市域で実施されても植物や鳥類、昆虫類を対象とした調査が多く、哺乳類の調査は少ない。哺乳類に関しては、捕獲や観察に時間や労力がかかり⁴⁾、近年は自動撮影カメラを用いた手法も発展しているが、こちらも「資金と労力が比較的高価な」⁵⁾手法であり、実施には課題が多い。

このような状況をふまえ、近年は自治体が収集する哺乳類の道路上での轢死体記録の活用が議論されてきた。以下、道路上での動物轢死体の発生をRK (Road Kill)と呼称する。立脇らは、全国の自治体によるRK記録収集の実態を調査し、多くの自治体で記録が蓄積されている現状を明らかにし、地域単位での哺乳類の生息状況把握への活用の可能性を示した⁶⁾。Tatewaki et al.は自治体が収集したRK記録の活用によって、9種の哺乳類の全国的な密度指標を明らかにし、狩猟対象獣や有害獣に限らない、様々な哺乳類の生息状況の把握における有用性を指摘している⁷⁾。一方、ここではその活用は全国スケールのものとなっており、地域的な生

息状況の把握には用いられていない。

自治体が収集したRK記録を対象としたものに限らず、我が国におけるRK研究は一部の生物種やランドスケープに限られているとの指摘⁸⁾にあるように、RK研究そのものが未だ発展途上である。自治体が収集するRK記録を、その自治体における哺乳類の生息状況把握に活用するには、記録の特徴を明らかにする必要がある。RK記録は、全国的に道路清掃・廃棄物対策を管轄する部署の収集が多く、ほとんどは自然環境保全に関わる部署・機関へ共有されることなく廃棄される⁶⁾。また、高速道路上におけるRK記録⁸⁾⁹⁾と異なり、基本的に道路利用者である市民による通報に依存し、定期的・一定範囲の巡回による記録ではない。いわゆる市民科学的な性質を持つ記録と言え、市民の目に付きやすい場所に記録が偏る可能性がある。この偏りは、全国スケールのような広域単位では無視できるが、都市域に着目するような、ひとつの自治体の範囲の分析では無視できない。

そこで、自治体が収集したRK記録を、モニタリングデータとして用いる実用性の検討を研究の目的とする。そのために、自治体が収集するRK記録の特徴を明らかにすることにより、都市域における哺乳類の生息状況把握に向けた基礎的知見を得、先行研究で明らかとなっている知見と比較した。具体的な研究方法としては、茨城県つくば市での自治体が収集したRK記録を用いて、記録地点の道路種別と周辺土地利用との関係を分析した。

2. 研究対象地の概要

本研究では、茨城県つくば市を研究対象地とした。図-1に、関東地方におけるつくば市の位置、道路種別と土地利用の分布を示す。なお、図-1における道路種別と土地利用の定義は表-1、表-2に示す。つくば市は、東京の北東50kmに位置し、面積は284km²である¹⁰⁾。北部に水郷筑波国定

*筑波大学大学院生命環境科学研究科

**筑波大学生命環境系

表-1 道路種別と総延長

区分	OpenStreetMap における道路種別 (その定義)	総延長(km)*
	国道 (高速道路を除く国道, 2車線以上)	84
A	主要地方道 (標識の数字が2桁以下のような主要な県道, 2車線以上)	185
	一般地方道 (標識の数字が3桁以上のような県道, 2車線以上)	142
	一般道 (市道で, 居住区域内道路でもないもの, 2車線以上)	280
B	居住区域内道路, 2車線未満の市道など (A以外の舗装自動車道)	5,279

表-2 土地利用と面積

土地利用	国土数値情報の定義	面積(km ²)*
森林地域	森林に相当する地域	43
農業地域	農地に相当する地域	80
市街化区域	すでに市街地を形成している区域	54
DID (人口集中地区)	市区町村の境界内で人口密度の高い地域	17

表-1, 表-2 ともに※はつくば市内のものを抽出し, QGIS で計算

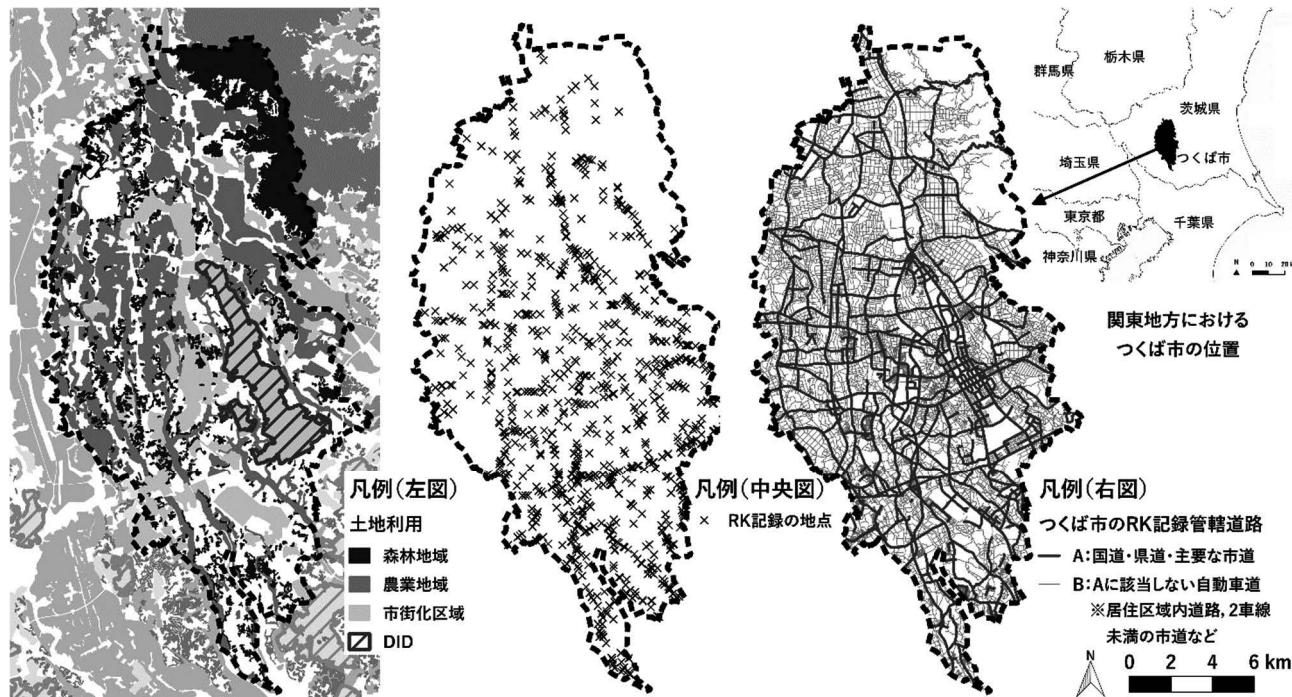


図-1 つくば市の土地利用 (左), 哺乳類 RK 記録の地点 (中央), RK 記録を管轄する道路の分布 (右), 位置 (右上)

公園に指定される筑波山地域があるが, その他は標高 20~30m の平坦な地形である。森林地域は 43km² で, うち筑波山地域に 22km², 残りは平地林などの形で都市域に分散する。市街化区域は 54km² で, 主に中央付近から南北に伸びる台地上に位置する。農業地域は 80km² で, 主に台地周辺に位置する。市中心部には DID (人口集中地区) が存在し, 人口は約 23 万人である¹⁰⁾。市内には 2 つの高速道路, 6 つの一般国道が通る。なお, つくば市が RK に対処するのは, 高速道路と私道を除いた A・B の道路種別である (表-1)。A の道路は主要な地域を結ぶ道路で, 総延長は 692km あるが, B は居住区域内道路を含む網羅的なネットワークを形成し, 総延長は 5,279km に達する。

市内で生息するネズミ類, コウモリ類などを除いた野生哺乳類として, ニホンアナグマ (以下, アナグマ), アライグマ, ニホンイタチ (イタチ), ニホンイノシシ (イノシシ), ホンドギツネ (ギツネ), ホンドタヌキ (タヌキ), ニホンリス, ニホンノウサギ (ノウサギ), ハクビシン, ムササビの 10 種が確認されている¹¹⁾。2018 年現在, ニホンザル, ホンシュウジカは一部の目撃情報に限られ, ツキノワグマ, ニホンカモシカを含め定着していない。

3. 研究方法

(1) つくば市が収集した RK 記録地点情報の取得

つくば市は, 道路種別 A・B での RK に対し, 市民による通報があった場合, 市から委託を受けた業者が出勤・回収・記録を実施する。つくば市では, 元日を除く 08:30~17:00 に通報を受け付け, 通報時には直ちに職員が現場に派遣さ

れる。職員は, 死亡個体の出現地点, 日時, 動物種, 写真を記録する。

このように収集された市民からの通報記録, 報告書入手し, QGIS (version 2.18.6) に RK 記録を入力した (図-1)。また, 市担当者に対する聞き取り調査を毎月 1 回実施し, 2017 年 4 月 1 日~2018 年 7 月 31 日の記録を取得した。なお, 記録には捨て猫等 RK の定義外のものがある。それらに関しては, 報告書の写真記録及び発生状況に関する聞き取り等をふまえて除外した。また, 市民からの通報に依存し, 野生生物の専門外の職員が対応するという特性上, 記録と実際の動物種が異なることもある。これらについては, 報告書に掲載された写真から, 著者が最終的な同定¹²⁾をした。

(2) つくば市が収集した RK 記録地点の分析

哺乳類の種の違いによる出現の特性⁴⁾を考慮し, RK 記録地点の道路種別と周辺土地利用との関係について種ごとに分析した。RK 発生の物理的要因として, 道路の交通量, 速度の影響が大きいとされる⁸⁾。そこで, 本研究においては道路種別を交通量と制限速度の違いで区分した。元データは, OpenStreetMap から入手した¹³⁾。OpenStreetMap の定義¹⁴⁾する道路には, 高速道路を除いた「国道」, 「主要地方道」と「一般地方道」に分けられる県道, 2 車線以上の市道で, 「居住区域内道路」でないものが該当する「一般道」の種別がある。これらは全て 2 車線以上で, 比較的交通量が高い, 制限速度が高めの道路とされていることから, 本研究ではこれらをまとめて A と区分し, それらに該当しない「居住区域内道路」や 2 車線未満の市道など, 舗装された自動車車が通れる道路の内で交通量が少なく, 制限速度が低いも

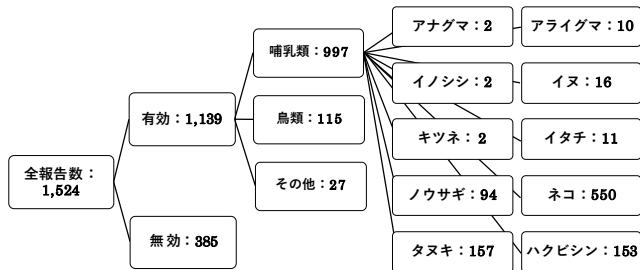


図-2 つくば市の収集した死亡動物記録

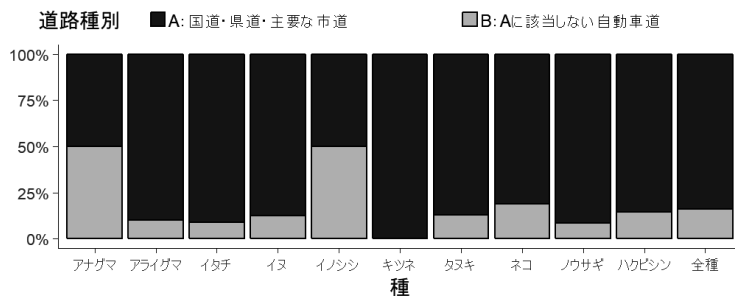


図-3 RK記録地点の道路種別分布

のをまとめて B と区分した（表-1）。

道路周辺の土地利用は、RK 発生環境要因のひとつとされる⁸⁾。本研究においては、国土数値情報ダウンロードサービス¹⁵⁾から得られる森林地域、農業地域、市街化区域、DID（人口集中地区）の土地利用区分を RK 発生に影響する要因として用いた。データの入手範囲はつくば市を含む茨城県南部とし、その詳細を表-2 にまとめた。

道路種別と土地利用のデータを GIS に入力し、RK 記録との関係を分析した。道路種別については、全ての RK 記録地点において GIS 上での重ね合わせ処理から該当する道路情報を割り当てた。その結果を用いて、RK 記録地点の道路種別分布を明らかとした。土地利用に関しては、GIS を用いて RK 記録地点から各土地利用までの最短距離を算出した。記録地点がその土地利用の領域内に含まれる場合、距離は 0 となる。ある土地利用からどれ程離れているかという特徴は、RK にあった種が生息地とするような土地利用との関係、RK を通報するような市民の目が多い土地利用との関係それぞれを考慮できる。その点から、自治体が収集する RK 記録の実用性を検討するという目的に合致すると考える。これらの数値を用いて土地利用の違いによる特徴を明らかとした。各種統計解析においては R version 3.4.3(2017 The R Foundation for Statistical Computing)を用いた。

4. 結果

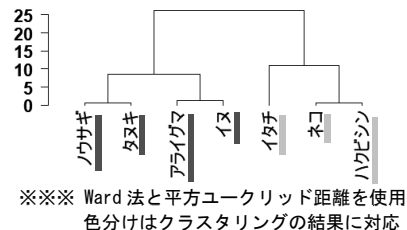
収集された記録の内訳を図-2 に示す。全記録数は 1,524 件であった。そのうち、地点が特定できない、RK 由来の死亡個体ではない無効記録 385 件を除外すると、RK 記録は 1,139 件であった。哺乳類はアナグマ（2 件）、イノシシ（2 件）、キツネ（2 件）、ノウサギ（94 件）、タヌキ（157 件）、アライグマ（10 件）、イヌ（16 件）、イタチ（11 件）、ネコ（550 件）、ハクビシン（153 件）の計 997 件であった。その他は鳥類（115 件）、爬虫類や同定不能（27 件）であった。以下では、これらの記録の内哺乳類の記録 997 件を対象に分析した。

続いて、RK 記録地点と道路種別の関係を図-3 に示す。

表-3 RK 記録地点から各土地利用への最短距離

種名	記録数	DID		市街化区域		森林地域		農業地域	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
ノウサギ	94	2,759	1,698	571	675	200	209	233	232
タヌキ	157	2,574	1,655	687	775	182	198	253	276
アライグマ	10	3,230	2,346	929	931	226	166	183	271
イヌ	16	3,824	1,619	924	1,038	201	190	199	185
イタチ	11	2,028	1,665	518	649	281	279	70	96
ネコ	550	2,254	1,826	461	605	295	248	258	253
ハクビシン	153	2,095	1,648	340	474	272	220	269	274
アナグマ	2	6,977	301	2,100	94	2	2	160	220
イノシシ	2	8,388	33	3,010	165	0	0	725	265
キツネ	2	4,954	2,603	446	399	431	446	29	41
全種	997	2,387	1,813	509	659	261	236	253	257

※※ 列の色分けは図-4 のクラスタリング結果に対応、単位：m



※※※ Ward 法と平方ユークリッド距離を使用
色分けはクラスタリングの結果に対応

図-4 RK 記録地点から各土地利用への最短距離による種のクラスタリング

表-4 各クラスターにおける土地利用までの距離

土地利用	クラスター1(N=277)			クラスター2(N=714)		
	平均値	中央値	標準偏差	平均値	中央値	標準偏差
DID*	2,732.7	2,784.9	1,713.0	2,216.2	1,983.0	1,786.0
市街化区域*	669.9	349.1	767.8	435.8	190.5	581.7
森林地域*	190.9	147.5	199.7	289.7	234.3	242.9
農業地域	240.5	177.8	256.2	257.2	182.5	257.0

*は有意差あり (p<0.01, Wilcoxon rank sum test), 単位：m

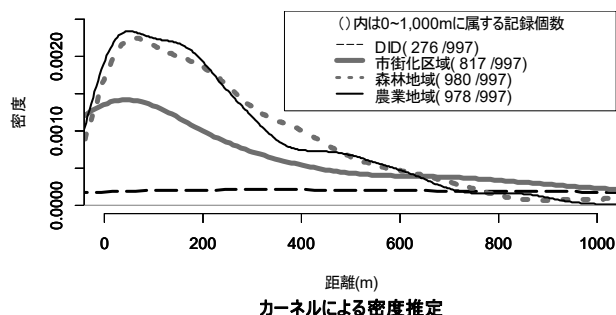


図-5 RK 記録地点から各土地利用への最短距離の分布（全種、0~1,000m）

道路種別は、表-1 の基準に則る。アナグマ、イノシシを除いたすべての種で、8 割以上の RK が A の主要な道路で記録されていた。なお、全種をあわせた集計では、平均して RK の 84% が A で記録されていた。

次に、RK 記録地点と土地利用の関係を示す。表-3 は、ひとつひとつの RK 記録地点から、各土地利用までの最短距離を算出した結果をまとめたものである。土地利用ごとに、算出した最短距離の平均値と標準偏差を示した。結果から、種ごとに特徴が見られたため、各土地利用における平均値をもとに Ward 法と平方ユークリッド距離を使用したクラスタ分析を実施し、その結果を図-4 に示した。なお、ここで記録数が少ないアナグマ、イノシシ、キツネは除いている。大きく分けて、ノウサギ・タヌキ・アライグマ・イヌ（クラスター1）と、イタチ・ネコ・ハクビシン（クラスター2）に分類された。

これらの分類がどの土地利用によって特徴づけられるかを明らかにするために、クラスター1 (N=277) と 2 (N=714) に属するそれぞれの種のグループで、各土地利用までの距離における差を Wilcoxon rank sum test を用いて検定した。その結果、有意水準 1%において DID, 市街化区域、森林地域の値に有意な差がみとめられ ($p<0.01$), クラスター1 はより森林地域への距離が近く、クラスター2 はより DID, 市街化区域に近い傾向が見られた (表-4)。

土地利用との関係について、図-5 に各土地利用までの最短距離の分布を 1,000m 以下の値に絞って示した。分布はカーネルによる密度推定を使用し示した。1,000m という基準は、先行研究において本研究とほぼ同種の哺乳類に関して、行動圏を設定して分析する際に妥当とされた数値である⁴⁾。この範囲内には、全 RK 記録 997 地点のうち、森林地域と農業地域のほとんどが分布した。市街化区域は 817 件とやや少なく、DID に至っては 276 件であった。DID については、1,000m 以上の領域でもその分布には特徴的なピークは見られなかった。一方、森林地域、農業地域に関しては、1,000m 以内においても特に 0~200m の範囲に共通したピークがあった。

5. 考察

つくば市が収集した RK 記録の約半数は、都市やその周辺の環境に大きく依存する種であるとされるネコが占め、タヌキ、ハクビシン、ノウサギと続く。園田らによれば、タヌキ、ハクビシンは山地の大規模な森林から都市の孤立した森林の環境まで生息できるジェネラリストとされ、ノウサギは孤立した森林では見られず、都市周辺での生息には森林の連続性が重要とされることから「都市から都市近郊域にかけての生態的ネットワーク計画の保全目標種」とされる⁴⁾。同様に、アナグマ、アライグマ、キツネも森林の連続性が重要とされる。しかし、これらの種はイノシシとイタチも含め記録は稀である。従って、つくば市が収集した RK 記録の多くは山地や連続性の高い森林の周辺ではなく、都市やその周辺の、比較的孤立した森林があるような環境で生じたものと示唆される。

道路種別との関係について、RK 記録の地点はその道路の交通量や速度に強く影響されるという特性があることが示された (図-3)。ここで、道路種別による総延長の差が結果にはほとんど影響していない (表-1)。自治体における RK の記録は、どの道路であっても、市民から報告があれば記録される性質を持つ。従って、RK 発生は道路の交通量と速度に影響されるという先行研究⁸⁾を強く支持する結果であり、同時に自治体が収集した RK 記録であっても、モニタリングデータとしての実用性は高いことを示唆する。

RK にあった種と土地利用との関係の分析からは、図-4、表-4 に示すようにノウサギ・タヌキ・アライグマ・イヌと、イタチ・ネコ・ハクビシンの 2 つのグループ間において、DID・市街化区域・森林地域との距離が明確な差異となっていることが明らかとなった。前者はより森林の近く、後者はより都市的な環境の近くで RK にあっていると言える。ここで、全ての RK 記録地点における各土地利用までの距離との分析からは、図-5 に示すように RK の記録が森林地域と農業地域から最も強い影響を受けている。また、この 2 つの土地利用には明確な対応関係が見られる。一方、都市的な環境を表す土地利用では、市街化区域はある程度 RK の記録に影響を与えているが、DID は近い距離でほとんど影響を与えていない。

従って、森林と農業の土地利用の場を主要な生息地とする種が、DID とは言わずとも人口の密集する都市域の近くへ移動や分散をし、主要な道路を横断する際に RK にあっていると考えられる。この時、それぞれの土地利用まで距離は種によって異なる傾向が認められる。自治体が収集した RK 記録という点をふまえれば、市民の目に止まりやすい DID 周辺など特定の場所に記録が偏ることも考えられたが、種による出現の特性を反映した結果となっていることから、分布状況把握における実用性が示された。

本研究では、自治体が収集する RK 記録の特徴から、RK 記録を用いた哺乳類の生息状況把握に向けた基礎的知見を得た。結果からは、RK 記録の実用性が示された。他方で、この RK 記録は、主要な道路沿いで、都市的な環境周辺の、森林や農地の近くに集中している。自治体全域での生息状況把握を目指すのであれば、RK 記録のみではこの条件に該当しない地域のデータとしては不十分で、他の調査の実施も考慮する必要がある。しかし、この条件は我が国において不足している都市域周辺の生息状況を得るには好都合であり、積極的な活用を図るべきと考える。

謝辞：本研究の遂行に際し、つくば市生活環境部廃棄物対策課の方々には多大なるご協力を頂きました。ここに感謝申し上げます。

補注及び引用文献

- 1) 環境省編 (2012)：生物多様性国家戦略 2012-2020 ～豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ～：環境省, 155pp
- 2) 環境省自然環境局生物多様性センター 調査科：「自然環境保全基礎調査」の現状ホームページ：<<http://www.biodic.go.jp/relatedinst/20th/P-13.pdf>>, 2017.10.31 更新, 2018.12.7 参照
- 3) 倉本宣・本田裕紀郎・園田陽一・石綿利光 (2000)：我が国における生物多様性保全に関する研究動向：ランドスケープ研究 64(4), 288-293
- 4) 園田陽一・倉本宣 (2008)：多摩丘陵および関東山地における非飛翔性哺乳類の種組成に対する森林の孤立化の影響：応用生態工学 11, 41-49
- 5) 安藤正規 (2018)：動物生態学と保全におけるカメラトラップ・今後の動向：カメラトラップによる野生生物調査入門. 東海大学出版, 317-330
- 6) 立脇隆文・小池文人 (2016)：アンケート調査によって明らかになった日本の市区町村のロードキル記録の現状：野生生物と社会 3(2), 15-28
- 7) Tatewaki, T., Koike, F. (2018)：Synoptic scale mammal density index map based on roadkill records：Ecological Indicators 85, 468-478
- 8) 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
- 9) Saeki, M., Macdonald, D. W. (2004)：The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan.：Biological Conservation 118, 559-571
- 10) つくば市政イノベーション部企画経営課編 (2018)：統計つくば 2017：つくば市, 19pp
- 11) 市環境保全課, 市内在住の猟師への聞き取り等著者の調査による。
- 12) 著者は狩猟免許を所持し、野生動物調査での実務経験を有す等、本研究の対象の哺乳類に対して十分な識別能力を持つ。
- 13) OpenStreetMap Foundation：OpenStreetMap ホームページ：<<https://www.openstreetmap.org/>>, 2018.9.18 更新・参照
- 14) OpenStreetMap Foundation：OpenStreetMap wiki Japan tagging ホームページ：<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Japan_tagging>, 2019.1.27 更新, 2019.1.30 参照
- 15) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土数値情報ダウンロードサービスホームページ：<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>, 2019.10.19 更新, 2018.11.9 参照