

動物の交通事故死体から作製した骨格標本を用いた生物学教育

辻 大和¹・高橋 夢湖^{1,2}・鈴木 風磨^{1,3}

Biology Education Using Skeletal Specimen Made from Road-Killed Animals

Yamato TSUJI¹, Yumeko TAKAHASHI^{1,2}, Fuma SUZUKI^{1,3}

¹Department of Biological Sciences, Faculty of Science and Engineering,
Ishinomaki Senshu University, Ishinomaki 986-8580

²VITAL-NET, INC. Sendai 980-8581

³Fujimitsu-Iwasho.Co., Kesenuma 988-0034

Abstract

We have made skeletal specimen of road-killed mammals collected in Ishinomaki City, for biology education. Since 2020 we have made 66 specimen (mainly skull specimen), majority of which were of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*), followed by masked palm civets (*Paguma larvata*) and Japanese badgers (*Meles anakuma*). We started using the skull specimen at student experiments in FY2021, in which we instructed the students 1) to sketch the specimen and 2) to state their opinion on the road-kill problem. Practical training using the real specimen would enable students to consider ecology, behavior, and society of mammals, and to start think about the road-kill, the most familiar human-wildlife conflict.

Key words: biology education, road-kill, skeletal specimen, traffic

1. はじめに

道路交通網の発達に伴い、道路敷設による緑地分断や、野生動物の轢死（以降、ロードキル）の発生が全国的な問題となっている。ロードキルは、その地域の動物個体群サイズを小さくするだけでなく、シカなど大型獣の場合は人身事故を引き起こす。また、事故死した動物の回収・処分は地方自治体にとって大きな負担となる^{(1), (2)}。

石巻専修大学（以降、本学）が位置する宮城県石巻市（面積：約 555 km²）は、旧石巻市と旧桃生・北上・河南・河北・牡鹿・雄勝町の 1 市 6 町が 2005 年に合併して成立した自治体である。石巻市内には、高速道路（三陸自動車道）、国道（45 号線、108 号線、398 号線）、県道（25 路線）、そして多くの市道が走っている（市内の道路の総延長：2404 km）。東日本大震災後の復興事業として既存の路線の修復や拡幅、新たな路線の整備が急ピッチですすめられたという背景もあり⁽³⁾、とく

に市西部の交通量は震災後に増加している⁽⁴⁾。石巻市は新田北上川・松島・牡鹿半島（南三陸復興国立公園）など豊かな自然が残る、多くの野生動物の生息地だが⁽⁵⁾、市内の近年の交通量の増加は、ロードキルの頻発につながると懸念される。われわれは 2020 年 4 月から、石巻市内のロードキルの現状の把握と削減への提言を研究室の主要テーマのひとつに掲げて調査を進めてきた^{(6), (7)}。

さて、市内でロードキルが発生すると、その死体は住民の通報を受けて（あるいはロードパトロール中に）対象の道路を管轄する管理部局に回収される。回収された動物死体は、道路管理事務所で獣種・路線名・回収場所などが記録されると冷凍庫に保管され、ある程度たった時点で焼却処分される。ゆえに、動物死体が長期間人目にさらされることはなく、ロードキルの実態は多くの市民に知られていない。

¹石巻専修大学理工学部生物科学科

²株式会社バイタルネット（現所属）

³株式会社フジミツ岩商（現所属）

われわれは、石巻市内のロードキルの現状調査を進める中で、道路管理事務所が回収したロードキル個体を調査する機会に恵まれた。死体の一部を回収して骨格標本という形で本学に収蔵すれば、本学での教育（学生実習／実験）や、オープンキャンパス、出前授業、大学祭（石鳳祭）などのイベントに活用できる。本学の学生や市民に野生動物への関心を高めてもらうとともに、ロードキルの現状を知ってもらおうと考え、われわれは2020年の秋にロードキル個体を活用した骨格標本の製作を開始した。本稿では、これまでのわれわれの取り組みを紹介したい。

2. 材料と方法

2-1 ロードキル個体の回収

石巻市内のロードキル個体は、道路を管理する9つの事務所（三陸自動車道：国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所・三陸道維持出張所、主要国道：同石巻国道維持出張所、県道：宮城県東部土木事務所、市道：石巻市役所生活環境部廃棄物対策課、総合支所（桃生、河南、河北、牡鹿、北上）の市民生活課）が回収している。われわれは、3カ月に一度の頻度で各事務所に問い合わせを行い、ロードキル個体の情報を収集している。

今回標本用に提供された死体は、本学から比較的近い場所に位置する、国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所・三陸道維持出張所と石巻国道維持出張所が回収した動物の一部である。

2-2 標本のサンプリング

道路管理事務所の担当者から連絡を受けると、われわれは速やかに事務所を訪問し、冷凍庫に保管されているロードキル個体の状態を確認した（図1）。獣種・回収日・回収場所・体重を計測し、写真撮影を行ったのちに70%エタノールをかけて消毒し、外傷が全くないきれいな個体は全身を、頭部のダメージが無い、ないし軽微な個体は第一頸椎の部分で切断し、頭部をチャック袋に入れて本学に持ち帰った。全身の損傷が激しいロードキル個体については、状態確認および計測後に事務所の冷凍庫に戻した。鳥類のロードキル個体も多く確認できたが、今回は収集対象を哺乳類に限定した。また、ペット動物（主にイエネコ *Felis ca-*



図1. 道路管理事務所を訪問してロードキル個体を回収する。

tus) のロードキル個体については、道義的な理由からサンプリングは行わなかった。本学の実験室でサンプルの体表に付着した汚れを洗い流した後、標本製作を開始するまで -20°C の冷凍庫で保存した。

死体のサンプリングならびに処理に際しては、人畜共通感染症や寄生虫の感染防止⁽⁸⁾のためにニトリル手袋と作業着（白衣など）を着用し、また作業終了後は石鹸で手指をよく洗浄した。

2-3 骨格標本の製作

サンプルからの骨格標本の製作は先行研究^{(9), (10), (11)}の方法に基づいて行った。以下、頭骨標本の製作工程を概説する。全身骨格の製作工程に関しては、別の機会に紹介したい。

サンプルの処理は、本学学生の協力のもと行った。理工学部・生物科学科（BI）および同・食環境学科（FE）の1～2年生に対して、講義中にアナウンスする、学内ネットワーク（In Campus）で通知するなどして参加希望者を募った。

実験室で、サンプルの下処理を行った（図2）。参加者は冷凍庫から取り出して自然解凍した頭部を、ナイフ、解剖用ハサミ、カッター等で剥皮した。

水道水5Lを沸騰させた家庭用鍋に、剥皮した頭部を入れて、入れ歯洗浄剤（製品名：グラクソ・スミスクライン・コンシューマー・ヘルスケア・ジャパン株式会社 酵素入りポリデント）を2錠投入し、約1時間、とろ火で煮込んだ（図3）。鍋から引き上げたのち、手・ハサミ・ピンセットを

使って骨に付着した肉片を除去した(図4)。熱変性した脳は、大後頭孔に水道水を注ぎ、ピンセット等でかき回してから洗い流した。

除肉と脳の取り出しが終わったら、水道水1L

に入れ歯洗浄剤1錠を溶かしたプラスチックコンテナに頭骨を入れ、密閉後に室温で放置した。数日後に骨をコンテナから取り出して水洗したのち歯ブラシ、ピンセット等を使ったクリーニングを行い(図5)、作業終了後に再び入れ歯洗浄剤を溶かしたコンテナに入れた。この工程を2~3回繰り返し、漬け込み溶液が透明になった段階で再度水洗して、40℃の乾燥機に入れて約2日間乾燥させた。体脂肪を多く含むニホンアナグマ(*Meles anakuma*)に関しては、乾燥前に70%エタノールの入ったコンテナに1週間ほど漬け込んで脱脂を行った。

乾燥が終了した骨格標本は、標本ラベル・防虫剤と共にチャック付き袋に入れ、標本箱に納めてから大学内の標本室に収蔵した(図6)。

標本の回収から骨格標本の完成までの所要時間は、約1ヶ月だった。



図2. 実験室での死体の剥皮作業。



図3. 茹で上がった骨。



図5. 酵素処理が終わった標本をクリーニングする。



図4. 徐肉作業。



図6. 完成した頭骨標本。



図7. 骨格標本のスケッチ（生物学実験／生物科学実験）。

2-4 骨格標本を活用した生物学教育

製作した骨格標本を用いた教育プログラムとして、令和3年度は①理工学部・情報電子学科2年生（IE-20）と食環境学科2年生（FE-20）を対象とした生物学実験（前期金曜日3～4限：2021年6月25日と7月2日、参加者51名）、②理工学部・生物科学科2年生（BI-20）を対象とした生物学実験（後期金曜日3～4限：2021年11月19日と26日、参加者67名）、③理工学部・生物科学科3年生（BI-19）を対象とした生物科学実験（後期火曜日3～4限：2021年11月30日、12月14日、参加者58名）の枠を利用した（図7）。

各担当回（2コマ・180分）の中で学生に課したテーマは、以下の4つだった。

- 【課題1】実験台上置かれた2種の動物の頭骨と下顎骨をスケッチしなさい。
- 【課題2】それぞれの動物の和名、英名、学名を調べなさい。
- 【課題3】2種の動物のスケッチを見比べて、形態的な違いについて記述するとともに、その要因を彼らの生活様式と関連付けて考察しなさい。必要に応じて、参考文献を示しなさい。
- 【課題4】今回使用した標本の多くは、石巻市内で交通事故によって死亡した動物から得られたものである。野生動物の交通事故（ロードキル）についての、貴方の考えを自由に述べなさい。

なお、ロードキル個体由来の頭骨標本に加え、自然死したニホンジカ（*Cervus nippon*）や有害駆除

されたツキノワグマ（*Ursus thibetanus*）、イノシシ（*Sus scrofa*）、や京都大学霊長類研究所（現：ヒト行動進化研究センター）から借用したニホンザル（*Macaca fuscata*）、そして屠畜場で購入したブタ（*S. s. domesticus*）の頭骨標本も教材として使用した。

3. 結果と考察

3-1 製作した骨格標本

2020年9月から2021年9月にかけての約1年間に、われわれは回収したロードキル個体から66点の骨格標本（頭骨標本57点、全身骨格9点）を製作した（表1）。頭骨標本22点は、死体の確認時点では頭部のダメージが少ないと判断してサンプリングしたが、剥皮の段階で、事故の衝撃で骨がバラバラに粉碎されていることが分かり、標本として完成させることはできなかった。

採集した動物種で最も多かったのはタヌキ（*Nyctereutes procyonoides*, 42点）で、ハクビシン（*Paguma larvata*, 8点）とニホンアナグマ（*Meles anakuma*, 5点）がこれに次いだ。野生哺乳類の中でもっとも頻繁にロードキルに遭う獣種がタヌキであることはよく知られており^{(12), (13), (14)}、石巻市も同様の傾向だった。

3-2 骨格標本を活用したプログラム

図8に、学生が描いたスケッチを示す（個人情報保護のため、後述する表2とともに本稿では氏名の公表を伏せる）。実際に手に取ることで、また間近でじっくり観察することで、頭の形・眼窩

表 1. 石巻市の道路管理事務所で回収され、骨格標本として収蔵したロードキル個体数 (2020 年 9 月～2021 年 9 月)

獣種	目・科名	学名	収蔵した骨格標本（N）			
			全身	頭骨		合計
タヌキ	食肉目イヌ科	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1	41	(14)	42
アカギツネ	食肉目イヌ科	<i>Vulpes vulpes</i>	1	2	(1)	3
ニホンイタチ	食肉目イタチ科	<i>Mustela itatsi</i>	0	1	(1)	1
ニホンアナグマ	食肉目イタチ科	<i>Meles anakuma</i>	1	4	(3)	5
ニホンテン	食肉目イタチ科	<i>Martes melampus</i>	3	0	(0)	3
ハクビシン	食肉目ジャコウネコ科	<i>Paguma larvata</i>	2	6	(2)	8
ニホンノウサギ	ウサギ目ウサギ科	<i>Lepus brachyurus</i>	1	3	(1)	4
合計			9	57	(22)	66

括弧内の数字は、破損した頭骨の数を示す。

の向き・鼻部の長さ・顎の形状・歯の形や数が獣種ごとに異なることを確認できたようである。スケッチからは、形歯の形状が同じ食肉目でも種ごとに異なること、頭骨が実は複数の骨が集まって形成されていることを理解できたこと、などもうかがえた。骨の形態を動物の食性（例：肉食獣の奥歯は鋭い裂肉歯だが、草食獣の奥歯はすりつぶすのに適した臼型をしている）や社会（群れ生活者ではメスを巡るオス同士の競争がはげしく、性選択は犬歯を大型化させる）と関連付けて考察した学生も多かった。

ロードキル問題に対する学生の意見を、表 2 にまとめた。

3-3 ロードキル個体由来する骨格標本を用いた生物学教育の可能性

今回、ロードキル個体からの骨格標本の製作および学生実験での活用を試みた。前者については、学習単位とは無関係なボランティア活動であるにも関わらず、多くの学部生が標本製作に集まってくれた。生物に興味のある本学の 1～2 年生にとって、研究室配属（生物科学科では通常 3 年後期）前に野生動物に接する機会となったかもしれない。ただ、一度経験するとその後参加しなくなる学生が多かった。作業時の悪臭や血液・内臓などに対する嫌悪感が、大きな要因だろう。死体そのものではなく、全身骨格の組み立てや破損した骨の修復に参加してもらい、標本室の展示レイアウトを考える、ロードキルの現状を紹介するポスターを作成するなど、作業の選択肢を増やす

必要があると感じた。

後者については、実物を用いた実験に対する学生の関心は、非常に高かった。手で触れることで、写真ではわからない立体感・重量感・肌触りを確認できたようだ。また、これらの標本がわずか 1 年間で集まったことに驚いた学生も多くいた。つまり、石巻市内でそれだけ多くのロードキルが発生していることであり、ロードキルが深刻な問題だという意識を持たせることに成功したのではないだろうか。今後も、定期的なサンプリングを継続するとともに、標本製作チームを組織して収蔵標本を増やす、標本展示室を充実させる、標本を活用した中高生向けの環境教育を実施するなど、ロードキルに関連する活動を学生主体のそれに成長させたい。

学部教育での利用に加え、オープンキャンパスや石鳳祭りなど、学外向けのイベントで、今回製作した標本を活用できないだろうか。たとえば 2021 年度、本学は 5 回のオープンキャンパスを実施した。このとき、展示コーナーの一角にブースを設けて、製作した頭骨標本をテーブルに並べて自由に触ってもらえるようにし、あわせてロードキルの現状に関する解説を行ったところ、来学した高校生とその保護者が興味深く聞き入ってくれた（図 9）。地域住民にとっても、地元根差したわれわれの活動にふれる良い機会となる。また、解説スタッフに本学学生を積極的に起用することで、彼らのプレゼンテーション能力の向上にもつながるだろう。

近年、野生動物による農林業被害、傷害事故、

動物の交通事故死体から作製した骨格標本を用いた生物学教育

表 2. ロードキルに対する本学の学生（理工学部生物科学科 2、3 年生、食環境学科 2 年生、情報電子工学科 2 年生）の意見。
自由回答のため、回答者数は必ずしも実習参加者数と一致しない。

意見の概要	回答者数
A. ロードキルに対する知識	
これまでにロードキルを見かけた（ないし自身で起こした）ことがある。	15
大型獣の場合：大事故につながるので危険である。保険も効かないため自己負担となる。	4
今回の実習で、ロードキルが多く発生していることを初めて知った。	1
B. ロードキル発生メカニズム	
もともと動物が暮らしていた場所に人間が道路を作ったため。	31
餌付けにより人を恐れなくなった動物が道路に接近するようになったため。	4
横断歩道を渡るくらいの学習能力が野生動物にないため（あるいは警戒心が乏しいため）。	3
シカの個体数が増えたため。	1
動物は、道路に落ちているゴミに誘引されて事故に遭うのではないかな。	1
近年、都市部に一部の野生動物が入り込んでいることも事故の要因ではないかな。	1
C. ロードキルを減らすための提案（ならびにそれに対する反対意見）	
道路への侵入を防ぐ構造物（柵・ネット）、動物専用の通路、動物が通り抜けられるような構造物を作る。	39
見通しの悪い道路を走るときや夜間走行の際にスピードを落とすなど、動物に配慮した運転をする。	39
ロードキルをなくすことは不可能。その発生を前提とした対策をたてるべき。	35
見通しの悪い道路に街灯や標識を設置する。	21
ロードキルは開発に伴う自然環境の減少が要因ではないかな。食物の供給源である山の環境を保全することが大切。	16
人間の生活空間と野生動物の生息空間をはっきりとわけるべきである。	11
自動停止装置など、ロードキル防止のための自動車技術革新が必要である。	4
市民を対象とした交通キャンペーンが重要ではないかな。	4
道路周辺に、動物が嫌う音・匂いを出す装置を設置してはどうか。	3
急停車すると事故につながるので、スピードを落とすべきではない。轢きたくて轢くわけではないのだから仕方ない。	3
道路の構造（幅、カーブの勾配など）を見直すべきである。	2
野生動物への影響の少ない場所に道路を建設すべきである。	2
道路が危険な場所ということを（条件付けを行って）野生動物に理解させる。	2
カーナビゲーションシステムに、事故の頻発地域を表示させるようにしてはどうか。	1
ネコの室内飼いを徹底する。	1
現在設置されている注意喚起の標識は役立っていないのではないかな。	1
ガードレールの設置や道路の改修などのロードキル対策は、同時に周辺環境を破壊する行為でもあるから積極的に行う必要はない。	1
D. ロードキルが生態系機能に与える影響	
ロードキルが野生動物の個体群サイズや生態学的機能に与える影響について、私たちはもっと理解すべきである。	3
ロードキルも生態系の生き物のつながりの一つ（例：肉食獣の食物を供給するという側面もある）。	2
ロードキルが個体群に与える影響は軽微なのではないかな？	1
E. ロードキル個体の有効活用	
ロードキル個体（から得られたデータ）を、啓発のために有効活用すべきである。	13
対象動物の基礎的な調査を行い、その動物に合わせた対策を講じるための基礎資料とすべきである。	3
死んだ動物を肥料にすればよい。	1
F. ロードキルに対する感情	
たとえ事故であっても、動物の命を奪うのは許されない。それぞれの命を尊重すべきである。	5
動物が死亡して悲しいし、車も破損するので人間も悲しい。	5
人も動物も悪くない。お互い様である。	5
痛ましいが、「なぜ飛び出してきたのか」と思うと腹が立つ。	1
彼らの犠牲の上に私たちの生活がなっているという感謝の気持ち。	2
G. その他の意見	
まずはロードキルの現状について把握することが重要である。	2

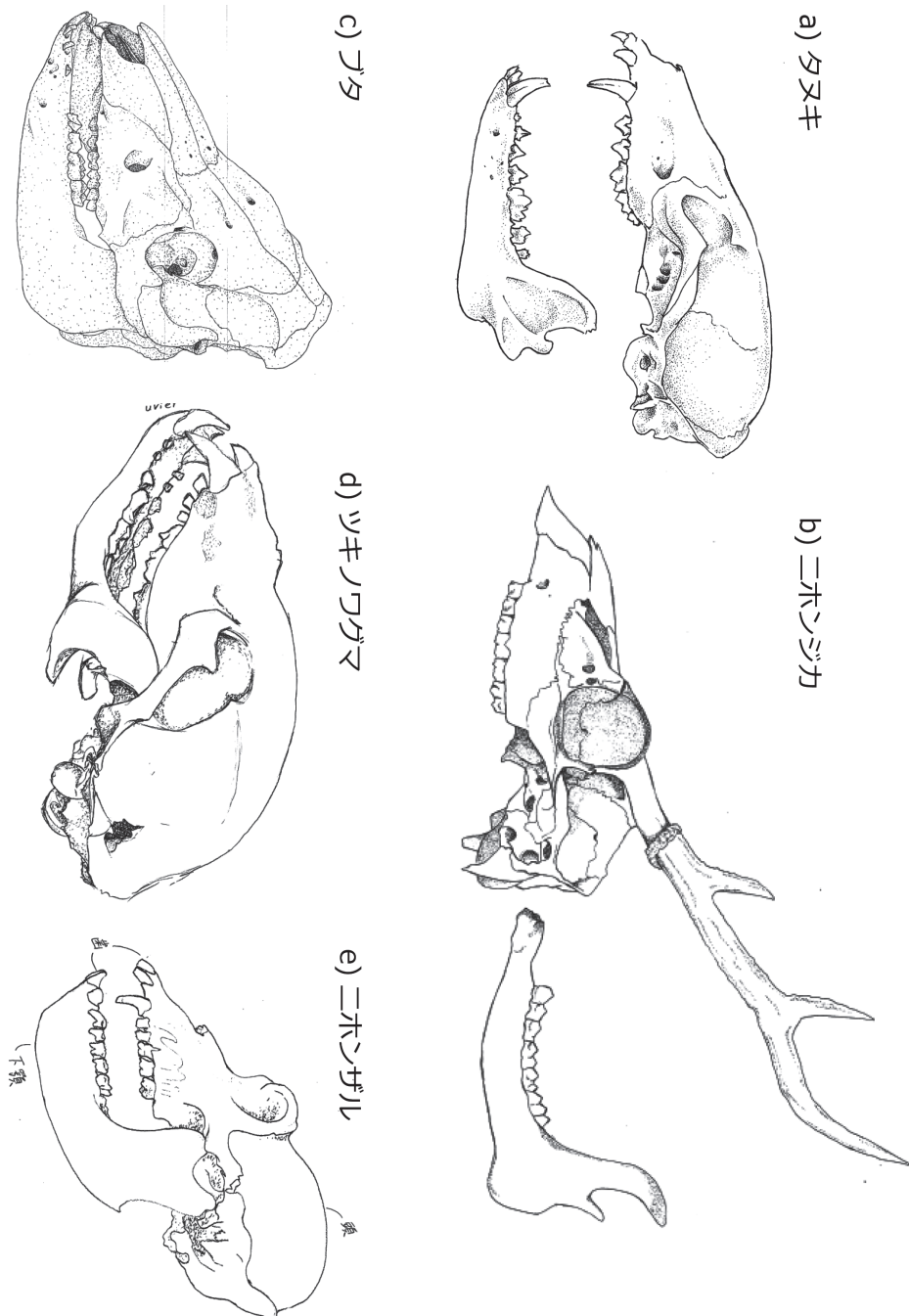


図8. 本学の学生によるスケッチの一部 a) タヌキ (*Nyctereutes procyonoides*)、b) ニホンジカ (*Cervus nippon*)、c) ブタ (*Sus scrofa domesticus*)、d) ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*)、e) ニホンザル (*Macaca fuscata*)。

動物の交通事故死体から作製した骨格標本を用いた生物学教育



図9. オープンキャンパスにおける、ロードキルに関する展示。
左：調査結果の解説、右：ロードキル個体から作製した頭骨のコーナー。

生活被害など、人とのあつれきが問題となっている⁽¹⁵⁾、⁽¹⁶⁾。ロードキルは、最も身近な野生動物問題であり、より多くの人に現状を知ってもらい、効果的な対策を打ち出す必要がある。死亡した個体を骨格標本として活用することにより、ロードキル問題を考えるきっかけとしたい。

4. 謝辞

国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所・三陸道維持出張所の佐々木竜巳氏、同石巻国道維持出張所の工藤恭介氏には、ロードキル個体の回収にご協力いただいた。本学理工学部生物科学科動物生態学研究室のメンバーには、ロードキルデータの収集並びに標本作製にご協力いただいた。本学理工学部生物科学科の教員諸氏には、われわれの活動に理解とご協力をいただいた。本研究は、令和2年度共創研究センタープロジェクト経費（課題名：石巻圏内における野生動物のロードキルの現状調査）、令和3年度自主活動支援制度B（課題名：野生哺乳類の骨格標本の作製）、ならびに本学の個人研究費（令和2年度と令和3年度）（課題名：石巻市内の野生動物の基礎調査）の助成を受けて実施された。以上の個人・組織に、この場を借りて感謝申し上げる。

5. 文献

(1) 大泰司紀之・井部真理子・増田泰（1998）野生動物の交通事故対策：エコロード事始め。北海道大学図書刊行会。191 p.

(2) R. E. Allen & D. R. McCullough (1976) Deer-car accidents in southern Michigan. *Journal of Wildlife Management* 40: 317-325.

(3) 石巻市（2021）東日本大震災からの復興－最大の被災都市から世界の復興モデル都市石巻を目指して－。石巻市報告書
<https://www.city.ishinomaki.lg.jp/cont/10181000/8235/00.hyoushi-mokuji.pdf>

(4) 宮城県（2015）平成27年度道路交通量調査総括表（宮城県版）

(5) 古川真澄・依田清胤・辻大和（2022）センサーカメラを用いた石巻専修大学演習林（宮城県）の哺乳類相および鳥類相の評価。人と自然 32: 133-140.

(6) 高橋夢湖（2021）石巻市のロードキルの現状。石巻専修大学理工学部生物科学科 令和2年度卒業論文

(7) 鈴木風磨（2022）石巻市におけるロードキルの現状と対策－環境要因との関連性に着目して－。石巻専修大学理工学部生物科学科 令和3年度卒業論文

(8) 浅川満彦（2021）野生動物の法獣医学－もの言わぬ死体の叫び－。地人書館。254 p.

(9) 八谷昇・大泰司紀之（1994）骨格標本作製法。北海道大学図書刊行会。95 p.

(10) 大阪市立自然史博物館（2007）標本の作り方－自然を記録に残そう－。東海大学出版会。190 p.

(11) 鎌田直樹（2009）動物の大きさに応じた教材用の骨格標本作製法の検討。生物教育 49: 76-81.

(12) 近藤慧（2019）那須塩原市における野生哺乳類遺体回収数について（2012-2017年度）。那須野が原博物館紀要 15: 7-16.

- (13) 山田由美子・井田美子・藤宮雄太・尹陽陽・増田貴則・史承煥・細井由彦 (2004) 鳥取県におけるロードキルの発生特性. 第 32 回環境システム研究論文発表会講演集 585-592.
- (14) 篠田優香・佐伯緑・竹内正彦・木下嗣基 (2021) 水田優先地帯の景観構造に拠るタヌキ *Nyctereutes procyonoides* のロードキルへの影響. 哺乳類科学 61: 179-187.
- (15) 羽山伸一 (2019) 野生動物問題への挑戦. 東京大学出版会. 169 p.
- (16) 羽澄俊裕 (2022) SDGs な野生動物のマネジメント. 地人書館. 237 p.