

<報告>

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

水谷瑞希^{*1}・三ツ橋士郎²

Survey of large and medium-sized mammals using camera traps by Shigakogen Guide Association staff. Mizuki MIZUTANI^{*1} and Shiro MITSUHASHI² (¹Institute of Nature Education in Shiga Heights, Faculty of Education, Shinshu University, Shigakogen, Yamanouchi-machi, Nagano 381-0401, Japan. *E-mail: mmizuki@shinshu-u.ac.jp, ²Shigakogen Guide Association, Shigakogen, Yamanouchi-machi, Nagano 381-0401, Japan.) *Bulletin of the Institute of Nature Education in Shiga Heights, Shinshu University* 55: 17-23 (2018).

Shigakogen Guide Association staff surveyed the large and medium-sized mammalian fauna using camera traps within Shiga-highland Biosphere Reserve in the northern part of Nagano Prefecture, Japan, from May to October 2016. Ten cameras were set up within five plots and a total of 915 days were spent camera-trapping. Eleven mammalian species were recorded by the cameras: Chiroptera spp., *Macaca fuscata*, *Lepus brachyurus*, *Vulpes vulpes*, *Nyctereutes procyonoides*, *Ursus thibetanus*, *Martes melampus*, *Cervus nippon*, *Sus scrofa*, *Capricornis crispus*, and *Felis catus*. Videos taken during the survey were considered a suitable resource for use in environmental education.

Keywords: asiatic black bear, camera trap, environmental education, shiga-highland Biosphere Reserve, sika deer, wild boar

はじめに

現在、日本各地で野生動物と人間との軋轢が、大きな社会問題となっている。かつて野生動物は、人間活動に伴う環境破壊から保護すべき対象と捉えられていた。とくにクマのように、その生息に広大なハビタットを必要とするような種は、その存在が豊かな自然環境が残っている事を示すものとして肯定的に捉えられるとともに、その生息環境を保全することが他の多くの生物種の保全に結びつくとしてアンブレラ種あるいは象徴種としても扱われてきた。しかし近年、イノシシによる農作物被害やクマによる人身被害など、生息域や個体数が増加した野生動物と人間との軋轢が顕在化・深刻化している。またニホンジカの急速な分布域の拡大や個体数の増加は、農業だけでなく森林生態系へも不可逆的な影響を及ぼすことが懸念されている。このような野生動物と人間との軋轢を解決するためには、野生動物や生態系に対してだけでなく、人々の意識や行動に対して働きかけを行っていくことが必要であるが

(Conover 2002)、その際に環境教育は大きな役割を果たすことが期待される。

志賀高原ユネスコエコパーク（以下、志賀高原BR）では志賀高原ガイド組合（以下、ガイド組合）が2013年から、全国から訪れる一般、学校団体等を対象に環境教育プログラムを提供している。この中には野生動物を題材としたものもあるが、高山植物などと比べて、実際にその姿をなかなか見ることができない野生動物に関するコンテンツでは、その魅力向上が課題となっている。

森林性や夜行性の哺乳類を直接目撃する機会が少ないことは、その生息状況を把握する上でも課題である。このため従来、多くの哺乳類の生息調査が、足跡や糞などのフィールドサインを用いる痕跡調査によって行われてきた。これらのフィールドサインは自然観察の素材としても好適であり（e.g. 日本自然保護協会 2001）、ガイド組合でもガイドツアーのコンテンツの一つとして提供してきた。しかしフィールドサインによる哺乳類の生息確認は種によって適・不適があり、これに頼る調査だけでは地域の哺乳類相が十分に把握できないことが課題であった。また自然観察の観点からは、フィールドサインだけから解説できる内容には限界があった。

これに代わる哺乳類の生息調査手法として近年多

¹ 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設（〒381-0401 長野県下高井郡山ノ内町大字平穩（志賀高原） E-mail: mmizuki@shinshu-u.ac.jp）

² 志賀高原ガイド組合（〒381-0401 長野県下高井郡山ノ内町大字平穩（蓮池）志賀高原総合会館98）

く行われるようになったのが、自動撮影カメラを用いたカメラトラップ調査である。以前には機材、ランニングコストとも高価であったため、多くの地点に自動撮影カメラを設置することは困難であったが、機材の低価格化やデジタル化によるランニングコストの低下に伴って、中・大型哺乳類の生息状況調査に広く利用されるようになってきた(平田 2015)。自動撮影カメラを利用した調査は、調査者への警戒や忌避といった動物への影響が少ないことから(安田 2012)、地域の中・大型哺乳類相調査に適した方法とすることができる。また、自然観察の観点からも、野生動物の姿を直接見せることができる素材が得られることは、その魅力向上に大きく貢献することが期待される。

そこでガイド組合では野生動物を題材とした環境教育プログラムの魅力向上を図るための素材を得るため、信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設(以下、志賀施設)との協働により、志賀高原 BR において自動撮影カメラを用いた中・大型哺乳類相調査を開始した。本稿では2016年に実施した調査の結果について報告するとともに、得られた映像資料の環境教育教材としての活用について考察する。

調査地と調査方法

調査地の概要

調査は志賀高原 BR の核心地域および緩衝地域において実施した。志賀高原は標高800m から2341m の台地で、標高1600m 以上の地域にはおもにコマツガ *Tsuga diversifolia*, オオシラビソ *Abies mariesii*, クロベ *Thuja standishii* などが優占する亜高山帯針葉樹原生林が、それよりも低標高の地域にはおもにダケカンバ *Betula ermanii* やシラカンバ *B. platyphylla* などの落葉広葉樹二次林が発達している。志賀施設付近(標高1600m)の年平均気温は5.0°C、降水量は1576.8mm である(気象庁 メッシュ平年値 2010)。11月から5ないし6月まで積雪があり、最大積雪深は2~3m に達する。

調査地の選定

自動撮影カメラは通常、野生動物の痕跡を探して、その通り道にあわせて設置するが、対象地域はその大部分が上信越高原国立公園の特別保護地区もしくは特別地域に指定されているため、自動撮影カメラの設置にあたっては自然公園法(昭和32年(1957年)6月1日法律第161号)の規定に基づく工作物の新築許可を事前に得る必要があった。このため

2016年5月にワークショップを実施し、ガイドスタッフに対して調査の技術伝達を行うとともに、現地状況に通暁したガイドスタッフの話し合いにより、約40か所の調査候補地を選定した(2015年度から開始した水谷(2017)の調査地点の継続を含む)。これらすべての地点について関係行政機関等に所定の手続きを行った。ただし水谷(2017)の調査地点については、事前に自動撮影カメラの設置許可を得ていたため、ワークショップの時点から調査を開始した。

自動撮影カメラの設置

本調査で使用した自動撮影カメラは、ハイクカム SP108-J(株式会社ハイク, 旭川市)と Strike Elite (Browning, Morgan, UT, USA) の2機種である。SP108-J は夜間撮影時の補助光として940nm 赤外線を使用するノーグロータイプの機種であり、画角は42°である。また Strike Elite は夜間撮影時の補助光として850nm 赤外線を使用するローグロータイプの機種であり、画角は55°である。ノーグロータイプもしくはローグロータイプの機種を採用したのは、トレッキングなどで立ち入る可能性のある観光客等への影響を避けるためである。自動撮影カメラは、地上高1~1.5m の高さで、ナイロンベルトを用いて立木の樹幹に固定した。本調査では教材として訴求力の高い映像資料を得るため、動画により対象動物を記録した。

2016年5月以降、ガイドスタッフは日常業務の際に野生動物の痕跡を注視し、調査候補地の中からその時点で野生動物を目撃する可能性が高そうな地点を選んで、自動撮影カメラを設置した。結果、自動撮影カメラを設置した地点は10地点となった(図1)。本報告では比較的近い場所に設置した自動撮影カメラの結果をまとめて、5つの調査区ごとの調

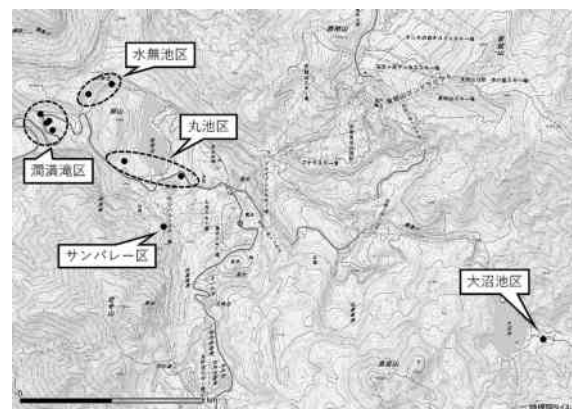


図1 調査地の位置

表1 自動撮影カメラの設置状況と撮影回数

調査区	平均標高 (m)	カメラ台数	開始日	終了日	延べ撮影日数 (日)	撮影回数*(回)
澗満滝区	1304	4	2016/5/17	2016/10/31	456	114
水無池区	1381	2	2016/6/30	2016/10/31	184	64
丸池区	1424	2	2016/6/30	2016/10/30	132	79
サンバレー区	1424	1	2016/8/9	2016/10/30	82	143
大沼池区	1739	1	2016/6/30	2016/8/30	61	16
合計		10			915	416

*重複イベントを除く有効な撮影回数。

査結果として解析を行った。調査区ごとの自動撮影カメラの設置台数は1～4台、調査の開始日は5月17日～8月9日、10月31日までにすべての調査を終了した(表1)。

映像の解析

撮影された動画から、野生動物(哺乳類もしくは鳥類)を判別して記録を整理した。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て解析から除外した。また映像が不鮮明で種が特定できなかった動画は、解析から除外した。単一の動画に複数種が記録されていた場合は、種ごとに複数回の撮影として集計した。撮影された哺乳類の和名、学名は「The Wild mammals of Japan」(Ohdachi *et al.* 2009)、鳥類の和名、学名は日本鳥類目録改訂第7版(日本鳥学会 2012)に従って整理した。相対的な撮影頻度を比較するため、1台の自動撮影カメラを100日間作動させた場合の撮影回数である撮影頻度指数(RAI: Relative Abundance Index)を次式により算出した(O'Brien *et al.* 2003)。

撮影頻度指数 RAI =

$$(\text{撮影回数 [回]} / \text{カメラ稼働日数 [日]}) \times 100 \text{ [日]}$$

RAIは全体のほか、種ごと、調査区ごと、あるいは月ごとにも算出して比較した。

結果

調査期間全体の延べ撮影日数は計915カメラ日で、調査区ごとでは61カメラ日から456カメラ日であった(表1)。総撮影回数は7947回で、そのうち有効な野生動物の記録が得られた撮影回数は416回(5.2%)であった。

本調査で撮影された野生動物は、哺乳類11種、鳥類3種であった(表2)。鳥類はすべて水無池区で確認されたが、ここで水辺の鳥が確認されたのは、

大雨の影響で撮影範囲内が冠水したためである。哺乳類に限って比較すると、調査区ごとの出現種数は5～9種であった。撮影回数が多かったのはニホンザル *Macaca fuscata* (写真1)、タヌキ *Nyctereutes procyonoides* (写真2) およびアカギツネ *Vulpes vulpes* (写真3) で、これら3種で全撮影回数の過半数を占めていた。このうちニホンザルは3つの調査区で確認され、とくにサンバレー区で多く出現した。タヌキ、アカギツネおよびニホンカモシカ *Capricornis crispus* (写真4) はすべての調査区で出現した。注目すべき大型哺乳類であるニホンジカ *Cervus nippon* (写真5) は、大沼池区を除く調査区で確認され、澗満滝区および水無池区でRAIが高かった。イノシシ *Sus scrofa* (写真6) は大沼池区に加えて丸池区でも確認されなかったが、やはり澗満滝区および水無池区でRAIが高かった。ツキノワグマ *Ursus thibetanus* (写真7) は大沼池区を除く調査区で確認され、水無池区と丸池区でRAIが高かった。

撮影回数が多かった上位6種の月別RAIを図2に示す。撮影日数が少なかった5月を除外すると、全体のRAIは初夏から夏に向かって減少し、その後秋に上昇する傾向があった。とくにタヌキとアカギツネの2種は、9月から10月にかけてRAIが大きく増加した。一方、ニホンカモシカ、ニホンジカおよびイノシシのRAIは初夏に大きく、その後秋に向かって減少した。ニホンザルのRAIは7、8月に低下し、その後上昇した。

同じく撮影回数が多かった上位6種の時間帯別の撮影回数を図3に示す。全体の撮影回数は日中、とくに正午付近に少なく、薄明薄暮や夜間に多かった。タヌキ、アカギツネおよびイノシシでは、夜行性の傾向が顕著であった。ニホンカモシカとニホンジカも夜間に撮影された回数が多かったが、この2種はしばしば日中にも撮影された。ニホンザルは他の種とは異なり、撮影されたのはほぼ日中に限られてい

表2 種ごとの撮影回数と撮影頻度指標 (RAI)

種名	淵満滝区			水無池区			丸池区			サンパレー区			大沼池区			合計			
	回数*	RAI (%)	RAI	回数*	RAI (%)	RAI	回数*	RAI (%)	RAI	回数*	RAI (%)	RAI	回数*	RAI (%)	RAI	回数*	RAI (%)	RAI	
哺乳類 Mammalia																			
コウモリ類 <i>Chiroptera</i> spp.	1	(0.9)	0.2	1	(1.6)	0.5													
ニホンザル <i>Macaca fuscata</i>	25	(21.9)	5.5				14	(17.5)	10.6	52	(36.4)	63.4							
ニホンノウサギ <i>Lepus brachyurus</i>													11	(68.8)	18.0				
アカギツネ <i>Vulpes vulpes</i>	6	(5.3)	1.3	4	(6.3)	2.2	22	(27.5)	16.7	35	(24.5)	42.7	1	(6.3)	1.6	68	(16.3)	7.4	
タヌキ <i>Nyctereutes procyonoides</i>	8	(7.0)	1.8	12	(18.8)	6.5	28	(35.0)	21.2	27	(18.9)	32.9	1	(6.3)	1.6	76	(18.2)	8.3	
ツキノワグマ <i>Ursus thibetanus</i>	7	(6.1)	1.5	8	(12.5)	4.3	8	(10.0)	6.1	6	(4.2)	7.3				29	(7.0)	3.2	
ホンドテン <i>Martes melampus</i>	2	(1.8)	0.4							9	(6.3)	11.0	2	(12.5)	3.3	13	(3.1)	1.4	
ニホンジカ <i>Cervus nippon</i>	18	(15.8)	3.9	11	(17.2)	6.0	3	(3.8)	2.3	1	(0.7)	1.2				33	(7.9)	3.6	
イノシシ <i>Sus scrofa</i>	21	(18.4)	4.6	8	(12.5)	4.3				2	(1.4)	2.4				31	(7.4)	3.4	
ニホンカモシカ <i>Capricornis crispus</i>	25	(21.9)	5.5	7	(10.9)	3.8	2	(2.5)	1.5	1	(0.7)	1.2	1	(6.3)	1.6	36	(8.6)	3.9	
ノネコ <i>Felis catus</i>				8	(12.5)	4.3	3	(3.8)	2.3	10	(7.0)	12.2				21	(5.0)	2.3	
鳥類 Aves																			
カルガモ <i>Anas zonorhyncha</i>				3	(4.7)	1.6										3	(0.7)	0.3	
アオサギ <i>Ardea cinerea</i>				1	(1.6)	0.5										1	(0.2)	0.1	
カラス類 <i>Corvus</i> sp.	1	(0.9)	0.2	1	(1.6)	0.5										2	(0.5)	0.2	
合計	114	(100.0)	25.0	64	(100.0)	34.8	80	(100.0)	60.6	143	(100.0)	174.4	16	(100.0)	26.2	417	(100.0)	45.6	

* 重複イベントを除く有効な撮影回数。

※ 一度に複数種が撮影された事例があったため、合計撮影回数は表1と一致しない。



写真1 ニホンザル *Macaca fuscata*



写真2 タヌキ *Nyctereutes procyonoides*



写真3 アカギツネ *Vulpes vulpes*



写真4 ニホンカモシカ *Capricornis crispus*



写真5 ニホンジカ *Cervus nippon*



写真6 イノシシ *Sus scrofa*



写真7 ツキノワグマ *Ursus thibetanus*

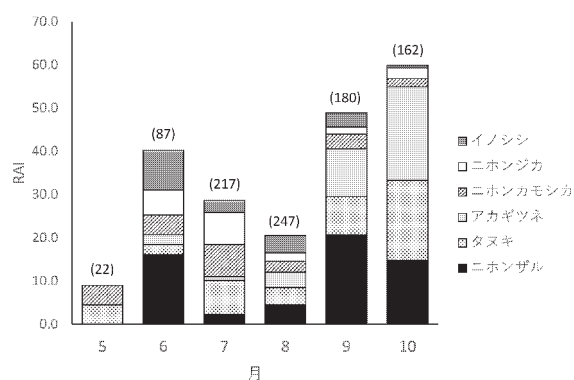


図2 撮影頻度指数 (RAI) の月別集計。撮影回数が多かった上位6種の結果を示した。グラフ上の括弧内の数字は月ごとの延べ撮影日数 (日)。

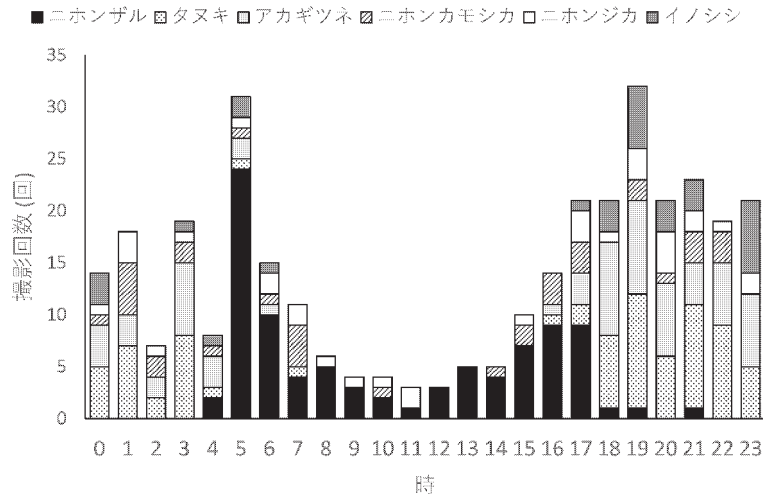


図3 撮影回数の時間帯別集計。撮影回数が多かった上位6種の結果を示した。

たが、正午付近にはその頻度は低下した。

考察

調査地における哺乳類相

本調査では11種の哺乳類が確認されたが、このうち自動撮影カメラが対象とする中・大型哺乳類のうち在来の野生種に限定すると、確認種は9種となる。水谷（2017）は2015年12月から2016年4月にかけて志賀施設周辺および澗満滝区で実施した調査で、自動撮影カメラにより7種の中・大型哺乳類が確認されたことを報告しているが、本調査ではこれに加えてツキノワグマとイノシシの生息が確認された。このうちイノシシの生息は既往文献（日本MAB計画委員会1999, 前河2009）にも記載されておらず、自動撮影カメラによる明確な生息確認としては、同時期に志賀施設周辺で実施した調査（水谷2018）とあわせて初の記録となる。

自動撮影カメラによって撮影された中・大型哺乳類の映像資料は、単に環境教育の教材となるだけでなく、適切な調査設計のもと継続的に実施することで、中・大型哺乳類の生息モニタリング調査としても重要な意味を持つ。地域の中・大型哺乳類相の把握に必要な調査努力量（延べ撮影日数）は200~300カメラ日程度とされているが（金子ら2009）、本調査でこれを充足する、もしくはそれに近い水準の調査努力量に達している調査区は、澗満滝区と水無池区の2調査区だけであった（表1）。もっとも、それよりも延べ撮影日数が少ない丸池区やサンバレー区でも先の2調査区と同程度の種数が確認されていることから、より少ない調査努力量でも地域の哺乳類相が把握できていた可能性もある（表2）。調査

設計としては、日数としての調査努力量だけでなく、設置する自動撮影カメラの台数も重要であり、1つの調査区に複数台の自動撮影カメラを設置することが推奨されている（塚田ら2006）。当調査地においては、1調査区あたり3~4台の自動カメラの設置が、ひとつの目安になるだろう。また中・大型哺乳類の撮影頻度は季節によっても変動することから（図2）、無雪期の間のできるだけ長い期間、自動撮影カメラを設置することが望ましいと考えられる。しかし一方で、調査を担うガイドスタッフの負担も考慮する必要がある。2016年の調査では、とくに7、8月の学校向けガイド業務の繁忙期の対応が課題となった。RAIの季節変化から判断すると、哺乳類相の把握において重要な時期は初夏と秋であり、8月の重要性は相対的に低いと推察される。本調査の運用では、今回採用した自動撮影カメラはいずれも2か月以上の電池寿命があったことから、①消雪後直ちに自動撮影カメラを設置し、②秋に入る前に電池、メディア等の交換等を行い、③降雪前に機材を回収することで、繁忙期のガイドスタッフの稼働を避けながらも、自動撮影カメラを長期間稼働させ、かつ重要な時期を適切にカバーすることができるだろう。

環境教育教材としての利用

撮影した映像は2016年7月以降、山ノ内町立の小、中学校および信州大学教育学部附属松本中学校を対象にした環境教育プログラムの事前学習において、野生動物の解説資料として使用された。通常、観光客が行き来する遊歩道をツキノワグマが悠々と歩く姿は、子どもたちにとくに強い印象を与えた様であ

った。また夏休み期間中には志賀高原自然保護センターの玄関ホールにおいて撮影映像の展示を行った。自動撮影カメラにより撮影された野生動物の映像資料は、今後もこのような形で、一般観光客向けのガイドや、学校団体等を対象とした環境教育プログラムなどで活用できるだろう。

学校教育との連携においてさらに進んだ活用方法としては、得られた映像資料そのものを探求的な学習の素材として活用することが考えられる。自動撮影カメラを用いた調査自体を環境教育プログラムの一環として取り入れている例も複数存在するが、自動撮影カメラの設置に事前の許可申請が必要な志賀高原 BR では、そのような運用は困難であると予想される。しかし本稿で示したように、自動撮影カメラで得られた映像資料からは、野生動物の日周行動や行動の季節変化など、様々な生態をうかがい知ることができる。野生動物の生態について、単にガイドの解説により知識として得るのではなく、元となる資料から自ら気づき、考え、発見する体験をすることは、子どもたちにより深い印象を与えるとともに、科学的・論理的に「考える力」を醸成することにも役立つであろう。野生動物は、それを取りまく生息環境全体に目を向ける端緒となることから、環境教育の題材として好適である。このような観点で作成された環境教育プログラムとして、北米で開発された「プロジェクト・ワイルド」があり、すでに30年以上の実践が蓄積されている。このような事例を参考に、志賀高原で得られた野生動物の映像資料を活用したアクティビティを開発することができれば、各種学校を対象とした環境教育プログラムの内容をより発展・深化させ、また魅力あるものにできるだろう。

志賀高原ガイド組合

本調査に参加したガイドスタッフは以下の通り（順不同、敬称略）：湯本勝子、倉田順一、大野祐子、芦原秀子、齋藤裕樹、湯本英樹、坂井洋一、赤塚陽子、瀬川智也、高木哲哉、松原寛通、関谷和茂、門永早紀、松本阿子、持田孝基ジョン、樺井美緒。

謝辞

本調査は（公財）自然保護助成基金「第一期国際的プログラムに関する助成」の支援により実施した。本調査の実施にあたって、環境省志賀高原自然保護官事務所、長野県北信地方事務所、（一財）和合会

および北信森林管理署に、様々なご助言、ご配慮をいただいた。この場をお借りして厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Conover, M.R. (2002) Resolving human-wildlife conflicts. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA
- 平田滋樹 (2015) 自動撮影カメラを用いた哺乳類調査。「野生動物管理のためのフィールド調査法—哺乳類の痕跡判定からデータ解析まで」(關 義和・江成 広斗・小寺祐二・辻大和編), pp.340-346. 京都大学学術出版会, 京都.
- 金子弥生・塚田英晴・奥村忠誠・藤井 猛・佐々木浩・村上隆広 (2009) 食肉目のフィールドサイン, 自動撮影技術と解析—分布調査を例にして. 哺乳類科学 49: 65-88
- 前河正昭 (2009) 志賀高原のエコロード施設における野生動物の利用状況の変遷. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告 8: 長野冬季五輪から10年後の自然保護対策における現状と課題 pp.33-36
- 水谷瑞希 (2017) 自動撮影カメラによる志賀高原における冬期の中・大型哺乳類相調査. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 54: 15-19
- 水谷瑞希 (2018) 信州大学志賀自然教育園周辺における自動撮影カメラによる中・大型哺乳類相調査: 2016年調査の結果. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 55: 5-12
- 日本自然保護協会 (編) (2001) 雪と氷の自然観察 (フィールドガイドシリーズ). 平凡社, 東京
- 日本 MAB 計画委員会 (編) (1999) 日本のユネスコ/MAB 生物圏保存地域カタログ. (財) 国際生態学センター, 横浜
- 日本鳥学会 (2012) 日本鳥類目録 改訂第 7 版. 日本鳥学会, 三田
- O'Brien, T. G., Kinnaird, M. F., Wibisono, H. T. (2003) Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6: 131-139
- Ohdachi, S. D., Ishibashi, Y., Iwasa, M. A., Saitoh, T. (eds.) (2009) The wild mammals of Japan. Shokadoh Book Sellers, Kyoto
- 塚田英晴・深澤 充・小迫孝実・須藤まどか・井村 毅・平川浩文 (2006) 放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用. 哺乳類科学 46: 5-19
- 安田雅俊 (2012) 自動撮影カメラによる調査技術。「野生動物管理: 理論と技術」(羽山伸一・三浦慎吾・梶 光一・鈴木正嗣編), pp.195-201. 文永堂出版, 東京.