

ニホンジカの効率的な捕獲に向けた醤油の選択効果の検証

池田 敬^{1,2}, 児玉 大夢³, 松浦友紀子⁴, 高橋 裕史⁵,
東谷 宗光³, 丸 智明³, 吉田 剛司⁶, 伊吾田宏正³

¹ 東京農工大学野生動物保護管理学研究室

² 北海道大学地球環境科学研究所

³ 酪農学園大学狩猟管理学研究室

⁴ 独立行政法人森林総合研究所北海道支所

⁵ 独立行政法人森林総合研究所関西支所

⁶ 酪農学園大学野生動物保護管理学研究室

摘 要

ニホンジカ (*Cervus nippon*) を効率的に捕獲する際に、給餌に醤油を用いた場合の選択効果を実証することを目的として、採食試験を実施した。調査は北海道洞爺湖中島において、4地域9地点の給餌場所で2012年11月7日～17日に行った。醤油区と牧草区、醤油を散布した牧草区(醤油牧草区)の3種類の給餌区を設定し、期間中に3回～5回給餌し、自動撮影カメラを利用して各区に対するシカを選択頻度(1時間当たりの撮影頭数)を算出した。各給餌区を選択頻度は(1)調査期間を通しての各給餌回後および全体についてと、(2)各給餌後24時間以内の時系列データに再配列したデータセットでの2時間毎の頻度の二つの区分で別々に評価した。

醤油区の場合、二つの区分の両方で選択頻度が低かった。給餌後の変化を見ると(1)の区分では、牧草区と醤油牧草区を選択頻度は1回目の給餌で少なく、回を重ねるごとに増加した。醤油牧草区を選択頻度は、5回目を除いて他の2区と比べて有意に高かった。一方、(2)の区分では、醤油区を選択頻度は他の2区よりも明らかに低く、醤油牧草区を選択頻度は全体的に牧草区よりも高かった。結果的に、醤油単体を給餌した場合はニホンジカに選択されにくいものの、醤油を散布した誘引餌は通常の餌よりもニホンジカに選択されやすいことが示された。

はじめに

近年、ニホンジカ (*Cervus nippon*; 以下「シカ」とする) は全国的に分布を拡大し、個体数の急激な増加が報

告されている(常田2006)。有蹄類は個体数が高密度に維持されると生息地に強度な採食圧をかけ続ける。このため、有蹄類の個体数増加は世界的にも農林業被害や生態系へ重大な影響を与えていることが報告されている(Conover 1997; Côté et al. 2004)。特に、北海道では、平成26年度のシカの推定生息数(渡島半島を除く)は約48万頭(URL: <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/est/H26suiteiseisokusuu.pdf>; 2015年9月17日版)、シカによる農林業被害額は約46億円(URL: <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/26higai.pdf>; 2015年10月9日版)に達している。その一方で、捕獲を担う狩猟者の数は1970年以降減少しており、さらに平成20年度には60歳以上の割合が約6割を占めるにいたった(松浦・伊吾田2011)。そのため、農林業被害や生態系への影響を減少させるための効率的、効果的な個体数管理技術の開発が急務である。

従来、シカの捕獲に使用されてきた誘引餌は鉍塩や広葉樹の枝葉(宇野ほか1996)、乾燥牧草、ビートパルプ(高橋ほか2004)などである。また、塩分濃度が高く、匂いのする醤油を誘引餌または周辺に散布する方法も経験的に行われてきた(長池ほか2012; 土橋ほか2013; 片瀬ほか2014)。しかし、捕獲のための誘引場所で醤油を誘引餌として用いた場合のシカを選択に及ぼす効果(以下、「選択効果」とする)を検証した研究はない。醤油以外を用いた既存研究によると、餌の誘引効果の検証試験において、シカ以外の動物が餌に誘引され、餌を採食し、シカの誘引状況に影響を与えることが報告されている(亀井ほか2011; 土橋ほか2013)。そのため、本研究はシカ以外の動物の影響が少ない北海道洞爺湖中島で醬

油と牧草を用いて捕獲場所となる餌場へとシカを誘引し、採食試験を実施した。そして、給餌に醤油を用いた場合の選択効果を実証することを目的とした。

方 法

1. 調査地

本研究は北海道南西部に位置する洞爺湖中島(42°36'N, 140°51'E, 以下「中島」とする)で実施した。中島は本島の大島(497.8 ha)と二つの小島[弁天観音島(23.0 ha), 饅頭島(3.8 ha)]からなる。また、シカの捕食者は生息せず、支笏洞爺国立公園内の鳥獣保護区であるため一般狩猟による影響もない。本調査地のシカ個体群は、1956年～1966年に3頭のシカが観光資源として導入され、1983年には299頭(58頭/km²)まで増加した(梶2006)。それ以降、爆発的増加と崩壊を繰り返し、植生に大きな影響を与えてきた(梶・高橋2006)。かつては、シカの嗜好性植物であるハイヌガヤ(*Cephalotaxus harringtonia*)が繁茂していたが、ハイヌガヤはクマイザサ(*Sasa senanensis*)に代わる餌資源としてシカに採食され、2003年までに消失した(梶・高橋2006; 助野・宮木2007)。現在のシカの主な餌資源は、少量の小型草本と大量にある落葉であり(Takahashi and Kaji 2001; Ueno et al. 2007)、餌資源が非常に制限されている。そのため、給餌による誘引が比較的容易であり、中島は醤油の選択効果を検証するために最適であると考えられた。

2. 誘引試験

誘引試験は2012年11月7日～17日に中島本島の4地域9地点(1地域:3地点, 3地域:2地点)で実施し、給餌は各地点で3回～5回実施した。地域内の各地点は約10m離して設定した。醤油と牧草は、毎回の給餌で新しいものに交換した。餌条件は醤油の選択効果を検証するために醤油のみ(以下、「醤油区」とする)、乾燥牧草のみ(以下、「牧草区」とする)、乾燥牧草に醤油を散布したもの(以下、「醤油牧草区」とする)の3つの条件をカフェテリア方式で給餌した。各条件の1回分の餌量は、醤油区は市販のトレイ(深さ3-4cm)を使用し250ml, 牧草区は15kg, 醤油牧草区は牧草15kgに250mlの醤油を散布、とした。醤油区のトレイは地面に置き、杭を利用して固定した。各区はそれぞれの地点で約5m間隔にランダムに設置した(図1)。

3. 自動撮影カメラ

自動撮影カメラ(Ltl Acorn 5210A; LTL Acorn Outdoors,

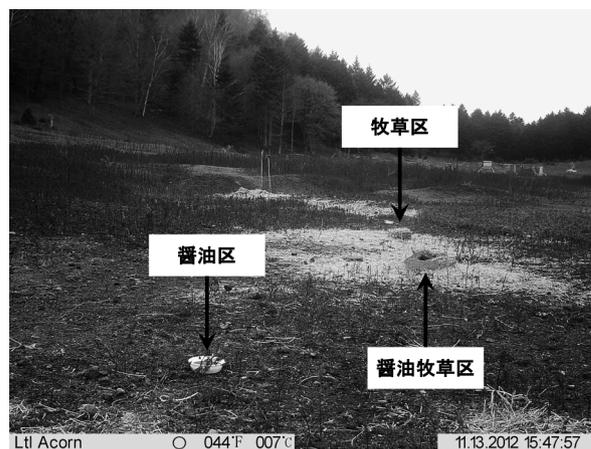


図1. 各地点で実施した醤油区, 牧草区, 醤油牧草区の誘引試験。

Green Bay, Wisconsin, U.S.A.)は各地点に1台ずつ3つの給餌区が1つの画角に入るように設置した。カメラの撮影モードは静止画、撮影インターバルは30秒、感度レベルは高感度、一度の検知で3枚の写真を撮影する設定にした。最も遠い餌に誘引された個体でも検知されるように設置場所を調節した。カメラは付近に立木がある場合は立木を利用し、ない場合は竹竿と金網で作成した土台に設置した。

4. 分析方法

撮影された写真は連続した3枚を1組とし、日付、時刻、シカの撮影頭数、シカの頭の位置を記録した。Lashley et al. (2014)の定義に従い、頭の位置が腹部よりも低い場合を採食姿勢とし、採食姿勢個体のみを解析に利用した。給餌時刻は各地点で異なるため、11月7日夕方を1回目、11月8日夕方を2回目、11月9日早朝を3回目、11月13日夕方を4回目、11月15日早朝を5回目の給餌とした。各給餌と各給餌区のシカの撮影頭数の傾向を示すために、撮影頭数は1時間毎で集計した。

二通りの解析を実施し、1つ目の解析では、調査期間を通じての各給餌後および全体の醤油区、牧草区、醤油牧草区へのシカの選択頻度を検証するために、各給餌での撮影時間と撮影頭数を用いた選択頻度(1時間当たりの撮影頭数)を算出した。その際に、5回目は給餌時刻から最後の撮影時刻までの撮影頭数から選択頻度を算出した。解析手法には各地点をランダム効果とした一般化線形混合モデル(ポアソン分布)を利用した。応答変数は各地点、各餌条件、各給餌での撮影頭数、説明変数は醤油区、牧草区、醤油牧草区をカテゴリー変数とした給餌区とし、各給餌での撮影時間をオフセット項とし、給餌毎で解析した。

表 1. 調査期間を通しての各給餌および全体における醤油区、牧草区、醤油牧草区における選択頻度の違いにおける検定結果. 本研究は牧草区を基準にして他の2つの給餌区での誘引効果を検証した.

各給餌	醤油区				醤油牧草区			
	推定値	SE	Z	P	推定値	SE	Z	P
1回目	-3.02	0.07	-42.91	†	0.18	0.02	8.81	†
2回目	-3.03	0.46	-6.62	†	0.78	0.12	6.54	†
3回目	-3.03	0.46	-6.61	†	0.78	0.12	6.53	†
4回目	-2.77	0.11	-25.81	†	0.33	0.03	9.67	†
5回目	-2.68	0.12	-21.58	†	0.04	0.04	0.95	0.34
全体	-3.02	0.07	-42.91	†	0.18	0.02	8.81	†

†は $P < 0.001$ を示す.

2つ目の解析として、1回～5回目の各給餌時刻から24時間以内での醤油区、牧草区、醤油牧草区へのシカを選択頻度を検証するために、各給餌時刻を始点とする時系列データに再配列したデータセットを用意し、各給餌後24時間以内の2時間毎の選択頻度を算出した. 解析手法として、説明変数やランダム効果は1つ目のモデルと同様だが、応答変数は各地点、各餌条件での2時間毎の撮影頭数、オフセット項は経過時間(2時間)とし、経過時間に注目して解析した部分が異なるモデルを利用した.

これらの解析にはR.3.1.1のパッケージ lme4 (Bates et al. 2014, URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/index.html>; 2015年10月6日版)を利用した.

結果と考察

9台のカメラでのべ88カメラ台日により、のべ14,785頭のシカ(メス:9,677頭, オス:3,088頭, 子ジカ:1,965頭, 不明:55頭)を撮影した. 撮影されたシカのうち9,755頭(メス:6,692頭, オス:1,707頭, 子ジカ:1,329頭, 不明:27頭)は採食姿勢であった. 醤油区を選択頻度は他の2区と比べて明らかに低かった(表1). 11月14日以降の撮影パターンは他の2区と同様である一方で、14日以前は明らかに異なっていた(図2). 一方で、牧草区と醤油牧草区を選択頻度は醤油区よりも明らかに高かった(表1). また、誘引されたシカは牧草区よりも醤油牧草区を明らかに選択していたが(表1)、撮影パターンは同様であった(図2B, C). 以上の結果、醤油区を選択頻度は他の2区と比べて明らかに低く、誘引されたシカは醤油区を避けていたと考えられる. 竹田・壇上(2013)はデコイを1個体設置した場合と複数設置した場合に休息行動を示したニホンジカの撮影頭数を比較し、視覚的に複数設置すると社会的安寧度が高いことを

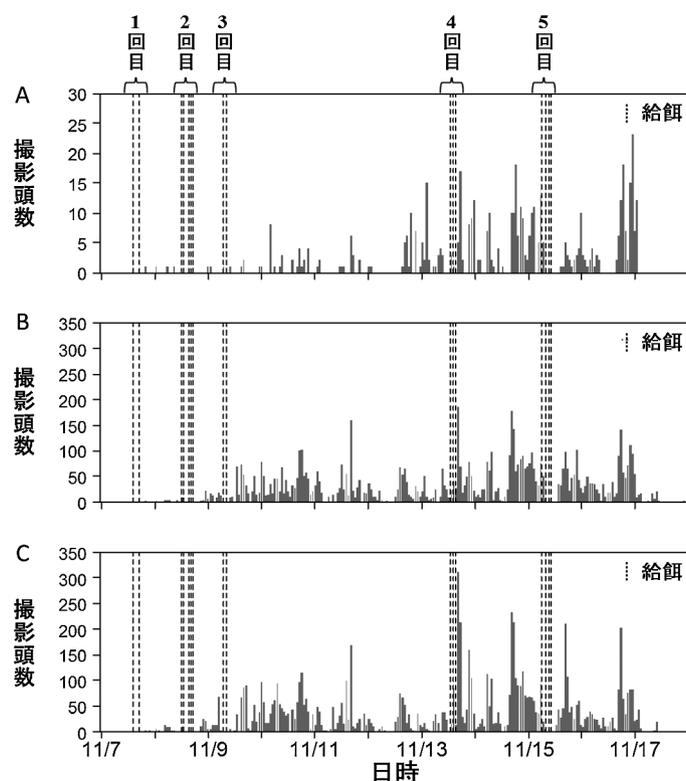


図 2. 2012年11月7日～17日に北海道洞爺湖中島の4地域9地点で行われた誘引試験での醤油区(A), 牧草区(B), 醤油牧草区(C)の撮影頭数と各地点での給餌時刻.

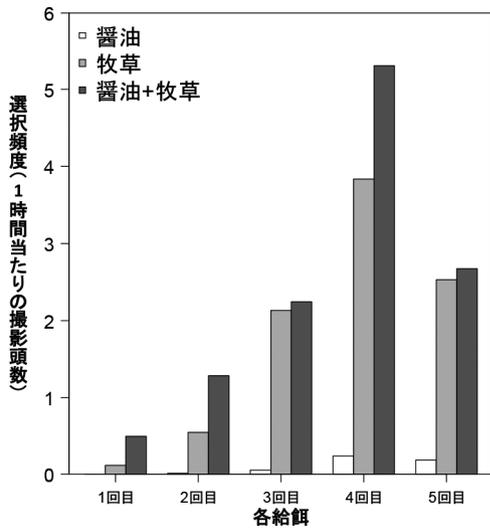


図3. 2012年11月7日～17日に北海道洞爺湖中島の4地域9地点での各給餌後の醤油区, 牧草区, 醤油牧草区での選択頻度(1時間当たりの撮影頭数).

示唆した。しかし、本研究は醤油区の醤油の提示のためにトレイを使用しており、誘引されたシカはトレイの存在を避け、結果的に醤油区を避けた可能性もある。また、醤油区を選択頻度にトレイによる影響が少なかったとしても、調査期間中に降雨があり、上述の要因と気象条件の複数要因が醤油区を選択頻度に影響を与えた可能性も考えられる。

各給餌回後の選択頻度において、醤油区は全ての給餌後で他の2区よりも明らかに低かった(表1)。一方で、

他の2区を選択頻度は4回目まで徐々に増加し、5回目で3回目と同等の選択頻度に減少し(図3)、醤油牧草区を選択頻度は5回目を除いて牧草区よりも高かった(表1)。選択頻度の増減は、給餌開始時刻が影響を与えた可能性がある。3回目と5回目の給餌開始時刻は早朝で、1回目、2回目および4回目の開始時刻は夕方であった。さらに、同時期中島全域に設置した自動撮影カメラは、主に夜間にシカを撮影していた(池田 未発表)。そのため、シカが主として夜間に誘引されやすいことが選択頻度に影響を与えた可能性がある。一方で、4回目の夕方の結果は牧草区と醤油牧草区を選択頻度が1回目と2回目よりも明らかに高くなったことを示している。結果的に、初期の給餌直後は、シカが給餌地点を警戒したことにより餌の選択頻度が低かったと考えられる。その一方で、給餌期間後半は、繰り返しの給餌によりシカが提示した餌に馴化し、選択頻度が高くなったと考えられる。しかし、本研究では誘引試験の前にその場所にどの程度、シカが出没していたのか分からないため、今後は給餌の回数が誘引効果にどのように影響するのかを検証する必要がある。

全給餌後24時間以内の2時間毎の選択頻度は図4、餌間での選択頻度の関係性を表2に示した。醤油区を選択頻度は給餌後の経過時間で明確な傾向はなく、他の2区よりも明らかに少なかった(表2)。給餌直後の2時間では牧草区を選択頻度は有意に高かった一方で、その後シカは全体的に醤油牧草区を選択していた(表2)。牧草区と醤油牧草区を選択頻度は10時間以内で高い傾向

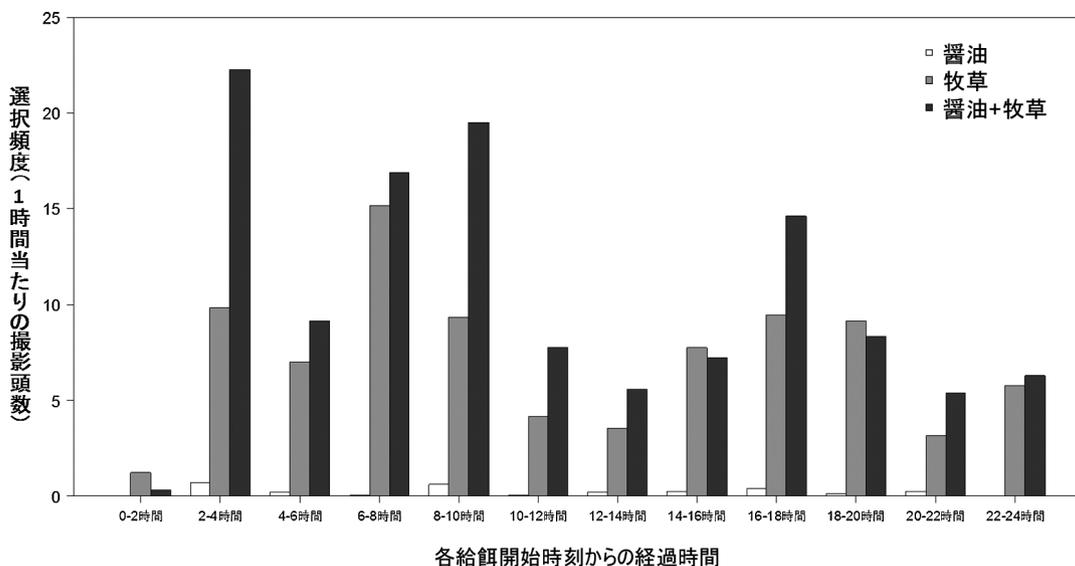


図4. 2012年11月7日～17日に北海道洞爺湖中島の4地域9地点での1回～5回目の各給餌後24時間以内の時系列データに再配列したデータセットにおける醤油区, 牧草区, 醤油牧草区での2時間毎の選択頻度(1時間当たりの撮影頭数).

表 2. 各給餌開始時刻から 24 時間以内の時系列データに再配列したデータセットでの選択頻度の違いにおける検定結果. 本研究は牧草区を基準にして他の 2 つの給餌区での誘引効果を検証した.

時間帯	醤油区				醤油牧草区			
	推定値	SE	Z	P	推定値	SE	Z	P
0-2 時間	—	—	—	—	-1.30	0.46	-2.82	**
2-4 時間	-2.61	0.29	-9.12	†	0.82	0.09	9.09	†
4-6 時間	-3.45	0.50	-6.85	†	0.27	0.00	116.75	†
6-8 時間	-5.61	1.00	-5.62	†	0.11	0.08	1.30	0.20
8-10 時間	-2.73	0.31	-8.79	†	0.74	0.09	7.88	†
10-12 時間	-4.32	1.00	-4.33	†	0.62	0.14	4.40	†
12-14 時間	-2.77	0.52	-5.38	†	0.45	0.16	2.79	**
14-16 時間	-3.33	0.45	-7.37	†	-0.07	0.12	-0.61	0.54
16-18 時間	-3.19	0.38	-8.31	†	0.44	0.10	4.46	†
18-20 時間	-4.01	0.58	-6.92	†	-0.10	0.11	-0.85	0.40
20-22 時間	-2.43	0.46	-5.28	†	0.53	0.17	3.22	**
22-24 時間	—	—	—	—	0.08	0.13	0.62	0.54

†は $P < 0.001$, **は $P < 0.01$ を示す.

があるが (図 4), 給餌開始時刻が異なるため, 本研究は醤油の誘引効果を評価することはできなかった. しかし, 過去の研究ではオジロジカ (*Odocoileus virginianus*) が植物の種類を視覚的に識別できることを報告している (VerCauteren and Pipas 2003). 本調査地は 2009 年 9 月～2010 年 10 月にシカの生体捕獲を実施しており, その際に乾燥牧草を利用していった. そのため, 本調査地のシカは牧草の摂食経験があり, 牧草を視覚的に餌として認知, あるいは既知の餌として認知したために最初に選択したと考えられる. 一方で, 本調査地のシカは醤油の摂取経験がなかったが, 醤油牧草区に誘引されていることから, 嗅覚的に醤油を餌として認識している可能性がある.

以上の結果, 本調査地では醤油を散布した誘引餌は, 通常の餌よりもシカに選択されやすく, 醤油単体ではそのような効果がないことが示唆された. 初期の給餌はシカが給餌地点を警戒するため, 複数回の連続給餌が必要である. そのため, シカの効率的な捕獲はシカ感覚情報を考慮した餌の選択性や給餌回数による選択性の違いを考慮することが重要である. しかし, 醤油の誘引効果や持続力は不明であり, シカを効率的に誘引するための検証が必要である. また, シカを効率的に捕獲する際には, 誘引餌に対する嗜好性も考慮する必要があり, 他地域における比較試験も必要である.

謝 辞

誘引試験の際に, NPO 法人 UW クリーンレイク 洞爺湖室田欣弘氏, 山本 勲氏には調査サポートを頂きました. また, 酪農学園大学狩猟管理理学研究室や野生動物保

護管理理学研究室, 東京農工大学野生動物保護管理理学研究室の学生には, 自動撮影装置の設置や誘引餌の運搬をして頂きました. 心より感謝申し上げます.

なお, 本研究は環境研究総合推進費「支笏洞爺湖国立公園をモデルとした生態系保全のためのニホンジカ捕獲技術の開発: D1103 (代表者吉田剛司)」の一環として実施した.

引用文献

- Conover, M. R. 1997. Monetary and intangible valuation of deer in the United States. *Wildlife Society Bulletin* 25: 298–305.
- Côté, S. D., Rooney, T. P., Tremblay, J. P., Dussault, C. and Waller, D. M. 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 113–147.
- 土橋宏司・鈴木希伊・神藤 学. 2013. 野生ジカの効率的な捕獲方法および一時飼育管理技術の検討. 山梨県総合理工学研究機構研究報告書 8: 19–23.
- 梶 光一. 2006. エゾシカの個体群動態と管理. 世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学 (湯本貴和・松田裕之, 編), pp. 50–54. 文一総合出版, 東京.
- 梶 光一・高橋裕史. 2006. 高密度化がエゾシカに及ぼす影響. エゾシカの保全と管理 (梶 光一・宮木雅美・宇野裕之, 編), pp. 43–48. 北海道大学出版. 札幌.
- 亀井利活・竹田謙一・伊原和彦・榊原史子・岡田光弘・小山泰弘. 2011. 牧草地における野生ニホンジカの誘引捕獲に最適な誘引餌の探索およびその誘引効果と問題点の検証. *日本家畜管理学会誌・応用動物行動学会誌* 47: 135–142.
- 片瀬英高・久保田修映・高橋聖生・羽太博樹・藤森博英・馬場重尚. 2014. ワイルドライフレンジャーの取り組み. 神奈川県自然環境保全センター報告 12: 35–41.
- Lashley, M. A., Chitwood, M. C., Biggerstaff, M. T., Morina, D. L., Moorman, C. E. and DePerno, C. S. 2014. White-tailed deer

- vigilance: the influence of social and environmental factors. PLoS One 9: e90652. DOI: 10.1371/journal.pone.0090652
- 松浦友紀子・伊吾田宏正. 2011. ニッポンのハンターを絶滅から救え! 哺乳類科学 51: 152–153.
- 長池卓男・西川浩己・飯島勇人・北原正彦・杉田幹夫・中野隆志・土橋宏司・亀井忠文・横川昌史・井鷲裕司・中村健一・田村哲生・竹田謙一. 2012. 南アルプスにおけるニホンジカによる高山植物への影響と保護対策および個体数管理に関する研究. 山梨県総合理工学研究機構研究報告書 7: 47–53.
- 助野実樹郎・宮木雅美. 2007. エゾシカの増加が洞爺湖中島の維管束植物相に与えた影響. 野生生物保護 11: 43–66.
- Takahashi, H. and Kaji, K. 2001. Fallen leaves and unpalatable plants as alternative foods for sika deer under food limitation. Ecological Research 16: 257–262.
- 高橋裕史・梶 光一・田中純平・浅野 玄・大沼 学・上野真由美・平川浩文・赤松里香. 2004. 囲いワナを用いたニホンジカの大量捕獲. 哺乳類科学 44: 1–15.
- 竹田謙一・壇上理沙. 2013. 視覚音声等の刺激を用いた給餌場へのシカ誘引誘導技術の開発. 森林防疫 62: 238–243.
- 常田邦彦. 2006. 自然公園におけるシカ問題 人とシカのかかわりの歴史を踏まえて. 世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学 (湯本貴和・松田裕之, 編), pp. 20–37. 文一総合出版, 東京.
- Ueno, M., Nishimura, C., Takahashi, H., Kaji, K. and Saitoh, T. 2007. Fecal nitrogen as an index of dietary nitrogen in two sika deer *Cervus nippon* populations. Acta Theriologica 52: 119–128.
- 宇野裕之・梶 光一・鈴木正嗣・山中正実・増田 泰. 1996. アルパインキャプチャーによるニホンジカの大量捕獲法の検討. 哺乳類科学 36: 25–32.
- VerCauteren, K. C. and Pipas, M. J. 2003. A review of color vision in white-tailed deer. Wildlife Society Bulletin 31: 684–691.

ABSTRACT

The preference effect of soy sauce for efficient capture method in sika deer (*Cervus nippon*) population

Takashi Ikeda^{1,2,*}, Hiromu Kodama³, Yukiko Matsuura⁴, Hiroshi Takahashi⁵, Munemitsu Azumaya³,
Tomoaki Maru³, Tsuyoshi Yoshida⁶ and Hiromasa Igota³

¹Laboratory of Wildlife Management, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan

²Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, North 10 West 5, Kita-ku, Sapporo-city, Hokkaido 060-0810, Japan

³Game Management Laboratory, Rakuno Gakuen University, 582 Midorimachi, Bunkyo-dai, Ebetsu-city, Hokkaido 069-8501, Japan

⁴Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 7 Hitsujigaoka, Toyohira-ku, Sapporo-city, Hokkaido 062-8516, Japan

⁵Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 68 Nagaikyutaro, Momoyama-city, Fushimi-ku, Kyoto-city, Kyoto 612-0855, Japan

⁶Wildlife Management Laboratory, Rakuno Gakuen University, 582 Midorimachi, Bunkyo-dai, Ebetsu-city, Hokkaido 069-8501, Japan

*E-mail: wild_wolf_traveler@yahoo.co.jp

We conducted a feeding experiment to test the effect of soy sauce on the ability to efficiently capture sika deer (*Cervus nippon*). We set baits (only soy sauce, only dried grass and dried grass with soy sauce) 3–5 times and recorded photographic frequency using a camera-trap survey on Nakanoshima Island, Hokkaido, Japan, on 7th November and 17th November in 2012. We investigated differences in photographic frequencies among the three baits after each feeding and throughout the study period. The photographic frequency of soy sauce was significantly lower than at dried grass and dried grass with soy sauce, respectively. The frequency at dried grass with soy sauce was significantly higher than that in dried grass. Therefore, we suggest that there was no effect of only soy sauce. However, we showed that deer preferred grass baits with soy sauce.

Key words: camera trap survey, feeding experiment, photographic frequency, soy sauce

受付日: 2015年5月30日, 受理日: 2015年12月25日

著者: 池田 敬, 〒060-0810 北海道札幌市北区北10条西5丁目 北海道大学地球環境科学研究所 ☐wild_wolf_traveler@yahoo.co.jp
児玉大夢・東谷宗光・丸 智明・伊吾田宏正, 〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 酪農学園大学狩猟管理学研究室
松浦友紀子, 〒062-8516 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘7 独立行政法人森林総合研究所北海道支所
高橋裕史, 〒612-0855 京都府京都市伏見区桃山町永井久太郎 68 独立行政法人森林総合研究所関西支所
吉田剛司, 〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 酪農学園大学野生動物保護管理学研究室