

## ニホンジカが忌避する刺激，特に捕食動物に関連する刺激の探索

## Approach-Preventing Stimuli in Sika Deer : Especially in Predator-Related Stimuli

青山 真人<sup>1</sup>・夏目 悠多<sup>1</sup>・杉田 昭栄<sup>1</sup>・二宮 茂<sup>2</sup>・佐藤 衆介<sup>2</sup>

ランニングタイトル：ニホンジカが忌避する刺激

キーワード：イヌ，忌避刺激，ニホンジカ，捕食動物

## 要約

ニホンジカによる被害を軽減することを最終目標として、幾つかの刺激，特に捕食動物に由来する刺激について，ニホンジカの接近を抑制する効果を検討した。実験には，東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センターにおいて飼養管理されているニホンジカ 29 頭を使用した。7つの飼槽を，シカ舎の金網のフェンスの1辺に横1列に並べ，それぞれ a-g とした。提示刺激は，金網フェンスの外側，約 1m 離れた場所に，シカが金網越しに，それを認識できる位置に設置した。提示した刺激は，チェーンソーの運転音 (ChS 区)，イヌの吠え声 (DoB 区)，オオカミの遠吠え (WoH 区)，ライオンのうなり声 (LiG 区)，トラのうなり声 (TiG 区)，イヌの毛皮 (DoS 区) とし，刺激を提示しない対照実験 (Con 区) も行った。各刺激について 4 セッションずつ行い，刺激の提示位置は d, b, f の飼槽に近い位置と，適宜変えた。いずれのセッションにおいても，Con 区では，両端の飼槽 (a および g) に多くのシカが集まり，それぞれの飼槽におけるシカの分布は均一ではなかったが，いずれの飼槽も利用されていた。ChS 区，DoB 区，WoH 区，LiG 区，TiG 区において，各飼槽におけるシカの分布の仕方に，Con 区との間に有意差はなかった ( $\chi^2$  二乗検定)。一方，DoS 区では，刺激を提示した周辺の飼槽の餌はほとんど摂食されず，シカの分布に，Con 区との間に有意な差がみられた。このことから，シカはイヌの毛皮を強く忌避することが示された。

## 緒言

特定の野生動物種において，個体数の増加や生息地の拡大などによる生態系の攪乱が，世界各地で報告されている。また，それらがヒトの生活圏へ出てくることによる農作物への食害や事故も問題視されている。シカ類は，世界各地で大きな経済的，環境的被害を及ぼす野生動物の一種である。我国に広範囲に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) も例外ではなく，その生息域の多くで深刻な被害をもたらしている。

ニホンジカは近年，急速にその個体数が増加している。その原因として地球温暖化の影響により越冬できる個体が増加したこと，またハンターの数が減少した結果，狩猟されるシカの数が減少したことなどが考えられている [1]。シカは樹木の新芽をその根元から食べるため，森林の生態系に深刻な被害を及ぼす可能性がある。さらに，シカは樹木の樹皮を剥がして食べてしまい (樹皮剥皮害)，維管束を傷つけることにより樹木の栄養の吸収を妨げ，立ち枯れさせてしまう被害が報告されている [2]。

またシカは深刻な経済的被害も引き起こしている。シカの樹皮剥皮害は植林でも起こり，林業において最大の加害動物である [2]。また農作物を食い荒らす被害金額は近年，穀類，野菜などを中心に増加している。シカによる 2007 年度の農作物被害額は，日本全国で 46 億 8 千万円になったと発表されている [3]。

このようにニホンジカは，農林業に深刻な被害をもたらす，生態系への悪影響も大きいので，早急にシカの被害を低減させる対策を立てる必要がある。現在，シカによる被害防止として，保護すべきエリアを電気柵で囲う方法が行われている [1,2]。しかし電気柵は，被害防止効果は高いものの，設置する費用が高い，漏電を防ぐために頻繁に下草を刈る必要がある，メンテナンスのために毎年撤去と設置を繰り返す必要があるなど，多大な費用と労力が必要となる。

一方，有害野生動物の被害を防止する別の手段の一つとして，彼らが忌避する刺激を用いて侵入を防ぐ方法がある。これらの設置には電気柵ほどの費用や労力は必要なく，比較的簡単に実行できるものが多い。シカの害防止として使用されている忌避刺激としては，案山子，爆音器，刺激臭を放つ様々な物質 [2,4]，そしてイヌ [5] などがある。特にイヌはシカの被害防止に非常に効果が高いことが報告されている。

しかし，実際にイヌを忌避刺激として応用するためには，イヌの飼養管理そのものに費用や手間がかかり，さらに特別な訓練が必要な場合もあるため，実施が困難な場合も考

1) 宇都宮大学農学部

2) 東北大学大学院農学研究科

えられる。イヌ（あるいはその先祖種のおオカミやその他の捕食動物）の存在をシカに感じさせる刺激を用いれば、実際にイヌを用いなくとも、高い被害防止効果が得られるかも知れない。実際にシカ類に対するその忌避効果が検討されているものとしては、イヌ、ネコ、オオカミ、ライオン、ボブキャットなどの糞や尿がある [2,4,6-8]。しかし、捕食動物由来の刺激で、まだ検討されていないものも存在する。

今回の実験では、シカの被害防除に有効と考えられる刺激で、これまであまりシカに対する忌避効果が検討されて来なかった、イヌを含めた数種類の捕食動物の鳴き声、および実際にイヌの死体から採取したイヌの毛皮がシカの摂食行動に及ぼす影響を検討した。

## 材料と方法

供試動物：東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センターにおいて飼養管理されているニホンジカ 29 頭（オスおよびメス，年齢 2～6 歳，体重 20-100 kg）を用いた。

実験方法：シカを通常飼養管理している檻の一辺に、ヘイキューブ 500g を入れた飼槽（70 × 35 cm）7 つ（向かって左から、a-g とした）を互いに約 50cm ずつ離して横 1 列に配置した（図 1）。檻の外側、金網フェンスから 1 m 離れた位置に、シカが金網越しに提示物を認識できる台（40cm × 60cm × 20cm）を置き、その上に提示刺激を設置した。実験の開始前にはシカを飼槽から 12m 離れた場所に待たせておき、実験開始と同時に自由に動ける状態にした。各試行は最初の 1 頭がいずれかの飼槽に到達し、摂食を始めてから 5 分間とした。また、各試行間の間隔は 5 分間とした。実験は 2007 年 1 月の 3 日間に 4 セッション（1 セッション目は 1 日目 13:30-15:30，2 セッション目 2 日目 10:00-12:00，3 セッション目 2 日目 13:30-15:30，4 セッション目 3 日目 10:00-12:00）行い、各セッションについて後述する 7 つの刺激を、1 試行ずつランダムな順序で提示した。提示した刺激の位置については、1-2 セッション目が d の、3 セッション目が b の、4 セッション目が f の飼槽に最も近い位置とした。（図 1 挿入）

提示物した刺激：シカに提示した刺激は、チェーンソーの運転音（ChS 区）、イヌの吠え声（DoB 区）、オオカミの遠吠え（WoH 区）、ライオンのうなり声（LiG 区）、トラのうなり声（TiG 区）、イヌの全身の毛皮（DoS 区）を使用した。音声刺激については、提示台の上に CD ラジカセを置き、各音声を収録した CD を再生することにより聞かせた。イヌの毛皮については、栃木県ドッグセンターより殺処分された中型犬より全身の皮膚を剥離し、顔面部をシカに向けて提示台の上に置いた。また、CD ラジカセを提示するが音声を再生しない対照実験（Con 区）も行った。

行動解析：シカが各飼槽の餌を摂食する様子をビデオカメラで撮影した。ビデオカメラの映像より、最初のシカが

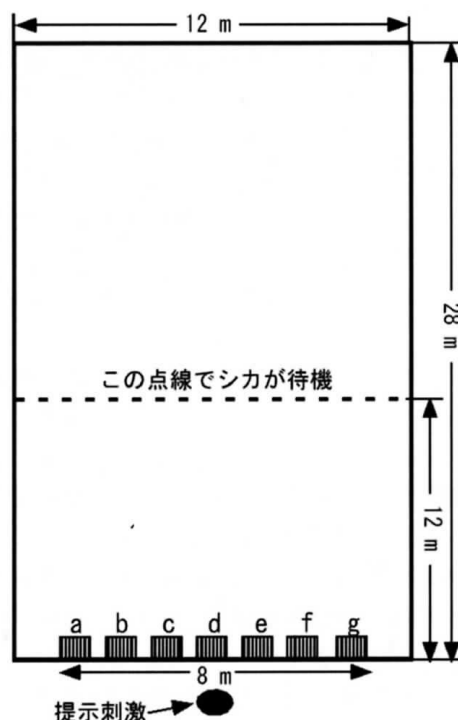


図 1 ニホンジカの飼育場兼実験場。7 個の飼槽を一列に並び、29 頭のシカに選択させた。提示刺激は、フェンスの金網から約 1 m 離れた位置に設置した。図では d の飼槽の前に刺激を設置しているが、b, f の前に設置した試行も行った。

餌を摂食し始めてから、各飼槽において摂食していたシカの頭数を 30 秒間隔のタイムサンプリング法により数えた。各飼槽において摂食していたシカの頭数を合計し、これをのべ摂食頭数とした。さらに、1 試行につき 11 個（5 分間中にある 30 秒毎のポイント数）の観察ポイントがあるので、のべ摂食頭数を 11 で割った値を平均摂食頭数とした。

刺激の提示により、各飼槽の餌を摂食するシカの分布が変化するか否かを、以下の方法で解析した。刺激を d の飼槽の前に設置した 1・2 セッション目において、飼槽の位置を 3 つ（刺激を提示した位置およびそこから 1 個分離れた c-e，2 個分離れた b と f，3 個分離れた a と g）にまとめた。さらに、それぞれの位置におけるのべ摂食頭数を、1・2 セッションで合計した。各飼槽におけるのべ摂食頭数の分布に、各刺激の提示と Con 区との間の相違を  $\chi^2$  検定により検定した。また、刺激をそれぞれ b, f に設置した 3・4 セッション目については、刺激を設置およびそこから 1 個分離れた飼槽（3 セッション目の a-c と 4 セッション目の e-g），2 個分（3・4 セッション目の d），3 個分（3 セッション目 e と 4 セッション目 c），4 個分以上離れた飼槽（3 セッション目 fg と 4 セッション目 ab）の 4 つの位置にまとめ、それぞれの位置におけるのべ摂食頭数を合計し、Con 区とのシカの分布の違いを  $\chi^2$  検定により検定した。

結果

刺激を d の位置に設置した 1 セッション目について，Con 区において各飼槽を利用するシカの分布の一例を図 2A に示した。両端 (a および g) に多くのシカが集まっていることが多かったが，概して全ての飼槽の餌を摂食していた。一方，図 2B に，1 セッション目の DoS 区におけるシカの分布の一例を示した。a および g の飼槽においてはシカが摂食しているが，b から f までの餌については摂食せず，シカは遠巻きにイヌの毛皮を眺めている様子が観察できた。図 3 に，d の位置に刺激を提示した際のシカの平均摂食頭数を，1 セッション目と 2 セッション目の平均値として示した。Con 区においては，全ての飼槽の平均摂食頭数の合計は 6.5 頭であり，平均して 1 個の飼槽は 1 頭に利用されていたと言えた。飼槽の位置によってシカの分布は均一ではなかったが (a と g にシカが集中し，cde の餌はあまり摂食されていない)，いずれの飼槽も利用されていた。ChS 区，DoB 区，WoH 区，LiG 区，TiG 区では全ての飼槽の平均摂食頭数は 4.9 から 6.5 頭であり，概して Con 区と類似の分布を示していた (図 3)。一方，DoS 区では，全ての飼槽の平均摂食頭数は 1.2 と他の提示区に比べ著しく低かった。また，c-f の飼槽は全く利用されなかった。1・2 セッション目において，d の飼槽を中心にして，そこから 3 つの位置にまとめ直したのべ摂食頭数を表 1 に示した。 $\chi^2$  二乗検定の結果，DoS 区において，Con 区と分布が異なるという結果となった。

提示刺激を b の位置とした 3 セッション目の実験では，DoB 区，TiG 区において，平均摂食頭数の合計がそれぞれ 3.1 頭，2.9 頭と，他の区よりも低かった (図 4A)。DoS 区では，全体の平均摂食頭数の合計は 7.4 頭であったが，a-c の合計は 1.27 頭であり，提示刺激周辺の飼槽はほとんど利用されていない。提示刺激を f の位置とした 4 セッション目の実験では，LiG 区，TiG 区において，平均摂食頭数の合計がそれぞれ 2.7 頭，2.9 頭と，他の区よりも低かった (図 4B)。DoB 区では，全体の平均摂食頭数の合計は 7.5 頭であったが，e-g の合計は 0.18 頭であり，提示刺激周辺の飼槽はほとんど利用されていない。3・4 セッション目において，刺激を提示していた飼槽を中心にして，そこから離れるに従って 4 つの位置にまとめ直したのべ摂食頭数を表 2 に示した。 $\chi^2$  二乗検定の結果，DoS 区において，Con 区とシカの分布が異なった。(表 2，図 4 挿入)

考察

4 つ全てのセッションにおいて，横一列に並べた 7 個の飼槽を，特に刺激を提示せずに選択させた Con 区において，どの飼槽からもシカは摂食していた。しかし，その利用の仕方は均一ではなく，両端 (a および g の飼槽) に多くのシカが集まり，中間 (c, d, e の飼槽) にシカはあまり集まらなかった。この理由として，飼槽が互いに 50 cm しか離れていないので，c-e の飼槽では隣のシカが邪魔になり，効率

表 1 種々の刺激がシカの摂食行動に及ぼす影響

飼槽の位置	提示した刺激						
	Con	ChS	DoB	WoH	LiG	TiG	DoS
ag	92	90	63	62	79	90	24
bf	30	25	25	25	28	38	3
cde	22	20	20	23	12	14	0
$\chi^2$	—	0.28	0.85	1.80	1.64	2.73	7.33*

数値は，7 個の飼槽 (a-g) を並べ，d の近くに刺激を提示した際の，各飼槽に集まったシカののべ頭数を示す。2 回の試行結果の合計として表した。実験手順や数値の算出方の詳細については，本文を参照されたし。Con: 対照，ChS: チェーンソーの運転音，DoB: イヌの吠え声，WoH: オオカミの遠吠え，LiG: ライオンのうなり声，TiG: トラのうなり声，DoS: イヌの毛皮。

\*: Con 区におけるのべ頭数の分布との間に有意差がみられた ( $\chi^2$  二乗検定， $P < 0.05$ )

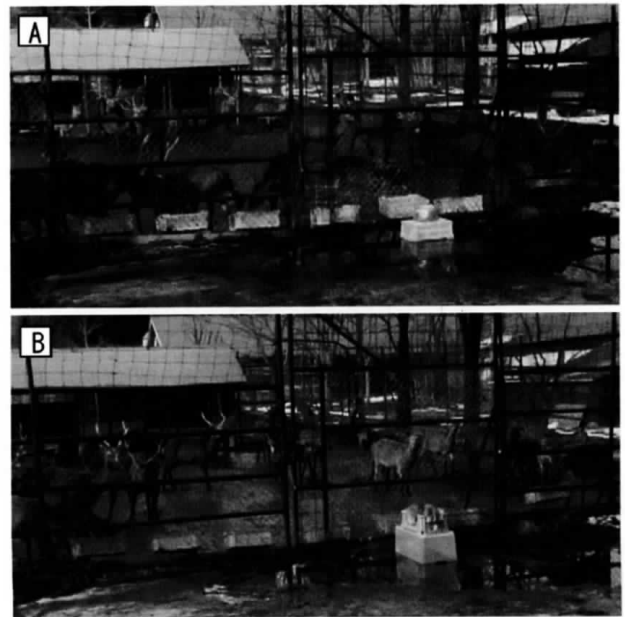


図 2 実験中のシカの分布の例。A は対照区 (CD ラジカセからは音声は流していない)，B はイヌの毛皮を提示した実験区である。

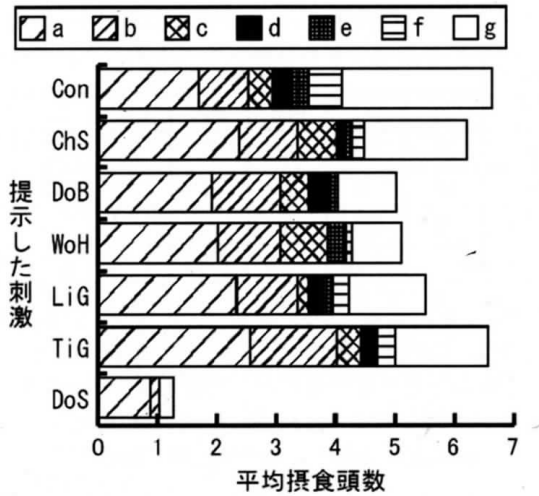


図 3 7 個の飼槽 (a-g) を並べ、d の近くに刺激を提示した際の、各飼槽の餌を摂食していたシカの平均頭数。  
 Con: 対照, ChS: チェーンソーの運転音, DoB: イヌの吠え声, WoH: オオカミの遠吠え, LiG: ライオンのうなり声, TiG: トラのうなり声, DoS: イヌの毛皮。

表 2 種々の刺激がシカの摂食行動に及ぼす影響

飼槽の <sup>1)</sup> 位置	提示した刺激						
	Con	ChS	DoB	WoH	LiG	TiG	DoS
fg/ab	80	75	55	97	68	37	115
e/c	17	9	18	9	11	8	17
d/d	17	8	14	19	5	5	16
a-c/e-g	58	62	36	54	28	14	16
$\chi^2$	—	4.94	1.96	3.18	4.28	2.66	21.9*

数値は、7 個の飼槽 (a-g) を並べ、b あるいは f の近くに刺激を提示した際の、各飼槽に集まったシカののべ頭数を示す。実験手順や数値の算出方の詳細については、本文および図を参照されたし。略号については表 1 の脚注を参照されたし。

1)ここに示した飼槽に集まったのべ頭数を合計した。スラッシュ (/) の左側は刺激を b に、右側は刺激を f の位置において試行である。

\*: Con 区におけるのべ頭数の分布との間に有意差がみられた ( $\chi^2$  二乗検定,  $P < 0.001$ )

的に摂食できなかつたためと考えられた。事実、中間の飼槽では、既に他のシカが摂食している飼槽の隣の飼槽にアプローチすることは困難である様子が何度か観察された。今回の実験様式においても、特定の刺激の、シカの接近に対する抑制効果は評価できたと考えているが、今後の課題として、できるだけ多くのシカが効率良く飼槽にアプローチできるよう、飼槽を大きくする、飼槽同士の間隔を広げるなどの工夫が必要かも知れない。

提示刺激を、ちょうど中間の位置となる d の飼槽の前に

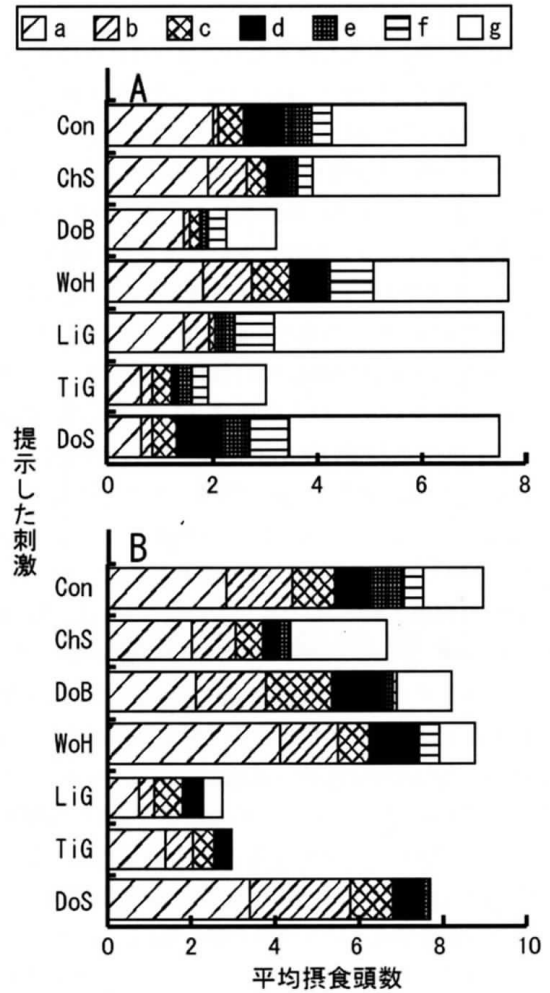


図 4 7 個の飼槽 (a-g) を並べ、刺激を b (A のグラフ) あるいは f (B のグラフ) の飼槽の前に提示した際に、各飼槽の餌を摂食していたシカの平均頭数。略号については図 3 の説明を参照されたし。

おいた 1・2 セッション目において、チェーンソーの音および 4 種の捕食動物の声を提示したいずれの試行においても、シカの分布に Con 区との間に差はなかった。一方、イヌの毛皮を提示した試行では、シカは c-f の飼槽には 5 分間の試行が 2 回分、すなわち 10 分間、全く近寄らなかった。これは、イヌの毛皮がシカの接近に対して非常に強い抑制効果を持つことを示している。

提示刺激を b の飼槽の近くに設置した 3 セッション目の DoB 区、TiG 区および f の近くに設置した 4 セッション目の LiG 区、TiG 区では平均摂食頭数の合計が他の試行よりも少なかった。しかし、1・2 セッション目において、これらの区の平均摂食頭数は他の区と比較して特に低いわけではなかったため、これはイヌの吠え声、ライオンあるいはトラのうなり声がシカの接近を抑制したためではなく、この試行の順序が各セッションの後の方であったため、餌に対するシカのモチベーションが下がっていたためであると考えられる。このことは、これらの実験区と Con 区と間に、シ

カの分布の様子には差がなかった(表2)ことから、裏付けられる。一方 DoS 区では刺激が設置された周辺の飼槽はほとんどシカに利用されず、やはりイヌの毛皮が強い忌避効果を持つことが示された。

シカがイヌに対して強い警戒心を抱き、イヌを強く忌避することは報告されているが、その効果は生きているイヌでなく、イヌの毛皮に由来する刺激でも有効であることが示された。今回用いたイヌの毛皮は、顔面部も含めてイヌの概観を残してはいたが、おそらく、シカは視覚的な刺激よりも、毛皮に残っているイヌの臭い、すなわち嗅覚的な刺激によりイヌの毛皮を忌避したのだと考えられる。ヤギはシカと同様にイヌの毛皮を忌避し、これにストレス反応も示した(血液中の cortisol 濃度の著しい増加がみられた)が、テレビ画面に移したオオカミの映像や、シェパードを象った置物には反応しなかった[夏目ら、未発表]。さらにヤギは、イヌの毛皮をダンボール箱で覆い隠して見えないようにしても、イヌの毛皮の存在によりストレス反応を示した[夏目ら、未発表]。これは、少なくともヤギにおいては、イヌの毛皮の臭いに対して強いストレスを感じ、これを忌避することを示している。シカはヤギと同じ偶蹄目反芻亜目に属し、野生状態での生活様式も類似していることから、類似の感覚を持っている可能性が高い。さらに、シカはオオカミ、ボブキャットなどの捕食動物の糞の臭いを強く忌避することが報告されている[4,6-8]。このことから、シカに対する、イヌを含めた捕食動物による忌避効果は、主に嗅覚由来の刺激が重要であると考えられる。

今回の実験では、イヌを含め捕食動物の声は、シカの接近に対して抑制効果を持たなかった。しかし我々は、イヌの吠え声は、ヤギにおいては強い接近抑制効果を持ち、ストレス反応を引き起こすことを確認している[夏目ら、未発表]。シカとヤギの、イヌの声に対する反応の違いが何に由来するのかわかり不明である。一つの可能性としては、シカは、イヌの声に対しては先天的な忌避効果を持たず、シカがこの刺激を忌避するには、イヌに出会い、その鳴き声とイヌを関連付ける学習が必要なのかも知れない。今回我々が実験に使用したシカは、実際にイヌに出会ったことがないものと考えられる。今後、イヌの声を含め、捕食動物の声に対してなぜシカが忌避効果を示さなかったのかを明らかにし、その情報を有害野生動物の被害防止にどう生かして行

くか検討する必要がある。

今回の実験で、イヌの毛皮がシカの接近を強く抑制することが明らかとなったが、その有効範囲には非常に限られたものであったと考えられる。特に統計的な解析はしていないが、3あるいは4セッション目の結果をみると(図4AおよびB)、イヌの毛皮を設置したbあるいはfから4つ以上、すなわち約4-5メートル以上離れた飼槽は、対照区と同じ頭数のシカが集まっていた。野生のシカに、実際に彼らが生息している場でイヌの毛皮を使用した場合は、その有効範囲は今回の実験とは異なってくると考えられるが、現場に応用するにはその有効範囲の限界を考慮に入れ、その設置の間隔等を定める必要があるだろう。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、田中繁史氏をはじめとする東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センターの技官の方々には多大なご協力を賜りました。ここに深く感謝致します。本研究は、宇都宮大学農学部応用開発研究助成(平成18年度)を受けて行いました。

## 参考文献

- 農林水産省(2006) 農林水産研究開発レポート No.17  
三浦慎吾・北原英治・小泉透・梶光一・金子正美(2003)  
シカの被害対策のための基礎知識, 独立行政法人 森林総合研究所.  
農林水産省ホームページ. 平成19年度の農作物被害状況  
[http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h\\_zyokyo/h19/index.html](http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo/h19/index.html)  
Seamans, T.W. (2001) Bird Strike Committee Proceedings. 2001. Bird Strike Committee-USA/Canada. Calgary.  
Beringer, J., L.P. Hansen, R.A. Heinen and N.F. Giessman (1994) Wildl. Soc. Bull., 22: 627-632  
Apfelbach, R., C.D. Blanchard, R.J. Blanchard, R.A. Hayes and I.S. McGregor (2005) Neurosci. Biobehav. Rev., 29: 1123-1144  
Ninomiya S., N. Kaneda, N. Abe, S. Sato (2008) Anim. Behav. Manage. 44: 215-218  
Sullivan T.P., L.O. Nordstrom and D.S. Sullivan (1985) J. Chem. Ecol., 11: 921-935