



## エゾシカの警戒声を用いた交通事故防止策の試み

Use of the alarm call of the Sika Deer *Cervus nippon yesoensis*, to prevent collisions  
between the deer and cars

石村智恵<sup>1</sup>・鹿野たか嶺<sup>2</sup>・野呂美紗子<sup>2</sup>・原 文宏<sup>2</sup>・柚原和敏<sup>3</sup>  
杉本加奈子<sup>3</sup>・柳川 久<sup>1</sup>

Chie ISHIMURA<sup>1</sup>, Takane SHIKANO<sup>2</sup>, Misako NORO<sup>2</sup>, Humihiro HARA<sup>2</sup>, Kazutoshi YUHARA<sup>3</sup>  
Kanakano SUGIMOTO<sup>3</sup> and Hisashi YANAGAWA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>帯広畜産大学  
野生動物管理学研究室  
Obihiro University of Agriculture  
and Veterinary Medicine,  
Laboratory of Wildlife Ecology  
〒080-8555  
帯広市稲田町西2線11  
TEL: 0155-49-5500  
FAX: 0155-49-5504  
E-mail: s21060@st.obihiro.ac.jp

<sup>2</sup>(一社)北海道開発技術センター  
Hokkaido Development Engineering Center  
〒060-0051  
札幌市中央区南1条東2丁目11  
<sup>3</sup>おびひろ動物園  
Obihiro Zoo  
〒080-0846  
帯広市字緑ヶ丘2

### 1. はじめに

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*: 以下、シカとする) は、明治初期の大雪と乱獲により一時は絶滅寸前まで激減したが、その後の保護政策や生息環境の改変などによって、分布域を拡大しながら生息数を増加させてきた。平成22年度には過去最高のおよそ11万頭の捕獲があったにも関わらず、未だ個体数削減には至っていない[1]。シカ生息数の増加に伴って、シカと車両との交通事故(以下、シカ事故とする)が大きな社会問題となっている[2]。

交通事故防止策として様々な対策が講じられており、その一つとして動物に対して車両の接近を音によって警告するディアホイッスル(以下、DW)がある。DWには様々なタイプがあり、過去の研究で実際に走行中の車から何種かのDWを流し、それに対するシカの反応などを調べた研究があるが、その効果に関する評価は分かれている[3、4、5、6]。このうち、鹿野らの報告[4、6]では、断続的な電子音が繰り返して発せられるDWがより有効であり、これはその断続的な音がシカの警戒声

に似ているためであると考えられている。この事より実際のシカの警戒声を用いる有効性について研究する必要があると考えられ、飼育下の個体に対する実験において実際に警戒声の有効性が示唆されている[7]。しかし、野外の個体に対して警戒声を停車した車から音を鳴らす実験は若干行われているが[8]、走行中の車を用いた研究は行われていない。

そこで本研究では、実際にシカとの交通事故が多発している地域の野生個体を対象に走行中の車両から警戒声を流した場合の、それに対するシカの行動を観察した。また、個体の特定が可能で、細かい行動を観察できる動物園の飼育個体を対象に、野外では困難である警戒声に対する反応の詳細を観察した。

### 2. 調査地および方法

#### (1) 野外実験

北海道十勝管内の大雪山国立公園を通る国道273号の上士幌町糠平市街(北緯43度22分、東経143度11分)～三国峠(北緯43度39分、東経143度2分)までの約

50kmの区間において、2012年4月～6月（春期）に5日間、10月～11月に2日間の野外実験を行った。

春期には野生個体から録音した警戒声、秋期にはDW (AA Communications Portable Deer Alert)を走行中の車より鳴らし、それに対する道路沿いのシカの行動を観察した。また、道路より約40m地点において走行中の車より鳴らした警戒声およびDWの音圧を、騒音計(IR tech MS-85)を使用して測定した。

調査頻度は期間中原則週1回とし、調査時間はビデオ撮影が可能な明るさである日の出後から日没までの間とした。また、道路から100m以上離れている個体は事故と関係しないと考えられているため[3]、道路から100m以内の個体を対象とした。対象個体の行動を10カテゴリに分類し(表1)、記録した。

—実験手順—

1. 調査ルートを2台(撮影車・走行車)で走行し、シカの姿を確認した地点で撮影車は停車、走行車は走行を続け対象個体から1kmの場所で停車して待機した。撮影車内で確認地点の座標をGPS(GARMIN GPSmap60CSx)を用いて、道路からシカまでの距離をレーザー距離計(Nikon LASER550AS)を用いて計測し、ビデオ(SONY HDR-CX520)撮影を行った。また、2台の自動車間の連絡には無線(iCOM IC-DPR 6)を用いた。
2. 撮影車よりシカの行動が通常行動(表1)になったことを確認した後、無線機を用いて待機中の走行車へ連絡し、連絡を受けた走行車は音を鳴らさず、走行距離を100m毎にカウントしながら60km/hで対象個体を通過し、更に1km先まで走行してUターンをして待機した。
3. 再び撮影車よりシカの行動が通常行動(表1)になったことを確認した後、無線機を用いて待機中の走行車へ連絡し、連絡を受けた走行車は録音した警戒声またはDWを鳴らし、走行距離を100m毎にカウントしながら60km/hで対象個体を通過し、更に1km先まで走行した。
4. その後シカの行動が落ち着くまでビデオ撮影をいろいろ観察し、落ち着いた時点でビデオ撮影終了とした。目視できなくなるまで個体が逃げた場合は、その時点でビデオ撮影終了とした。

5. 後日、ビデオの映像から対象個体の性(雌雄)、構成(群れ、単独)、反応した時の走行車からシカまでの距離(反応距離)、警戒行動の有無、および行動を行動カテゴリ(表1)にしたがって分類し、持続時間を記録した。なお、警戒行動が1秒以上見られた場合を“警戒行動あり”とした。

(2) 飼育下実験

おびひろ動物園において、2012年8月10日～9月24日の間で5日間、1日各2回の計10回の実験を行った。1日の実験の間隔は最低30分間以上空けた。対象個体はシカ舎にいる全個体で、8月10日・16日の計4回は12個体、9月7日以降の計6回は13個体であった(9月3日に仔が生まれたため)。8月10日にはスピーカーのボリューム調整で音量を固定、8月16日以降の調査では、1回目は1頭でも反応を見せた時の音量、2回目は全頭が反応を見せた時の音量で測定した。

—実験手順—

1. 2台のビデオ(SONY HDR-CX520, HDR-SR12)で撮影可能な位置に全個体が居ること、およびシカの行動が通常行動(表1)であることを確認した後、ビデオ撮影を行った。
2. シカ舎内の個体に向けて警戒声の音を音量0から徐々に音量を上げながら流した。
3. シカの反応が見られた時点で音量を固定し、30秒間流した。この時の音圧を、騒音計を使用して測定した。
4. 音を停止した後、通常行動に戻った時点でビデオ撮影終了とした。
5. 後日、走行調査と同様に行動を分類し、持続時間を記録した。

表1. 行動カテゴリ

行動	定義
警戒行動	静止 頭の方向は走行車に向かず迎いを注視する
	注目 走行車の方に頭を向けて注視する
	警戒声 警戒声を発する
	歩行移動A 警戒声に反応して歩行によって様子を伺う、遠ざかる
	逃走 走って移動する
通常行動	歩行移動B 移動をするために歩行する
	採食 歩きながらまたは立ち止まって食物を採食する
	毛繕い 自分や他個体の体を口ですく、足で体や頭を掻く
	休息 地面に座って落ち着いている
	その他 他個体に対する反応など

※8月10日の調査は手順1、2をせず、初めから設定した音量で固定し30秒間流したため、予備調査とした。

3. 結果

(1) 野外実験

①警戒声を用いた走行実験

走行中に警戒行動を示した個体は、音声無で17個体中10個体(58.8%)、警戒声で21個体中19個体(90.5%)であった(図1、表2)。警戒行動を示した個体の割合を比較すると、音声無よりも警戒声で有意に多かった( $\chi^2$ 検定、 $P < 0.05$ )。

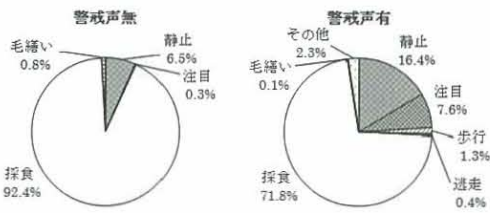


図1. 走行域全体における行動割合

表2. 走行全体における警戒行動の有無

	音声無	警戒声	DW
警戒行動あり	10	19	21
警戒行動なし	7	2	2
合計	17	21	23

走行中、対象個体位置(以下、0 m地点)で警戒行動を示した個体数は、音声無で19個体中3個体(15.8%)、警戒声で41個体中25個体(61.0%)であった(図2、表3)。警戒行動を示した個体の割合を比較すると、音声無よりも警戒声で有意に多かった( $\chi^2$ 検定、 $P < 0.005$ )。

構成が群れであった全29個体のうち警戒行動を示し

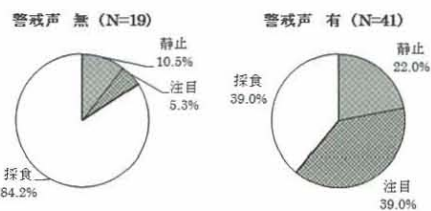


図2. 0m地点における行動割合

たのは26個体(89.7%)、単独では12個体中11個体(91.7%)であった。警戒行動を示した個体の割合を比較すると、群れと単独個体で有意差は見られなかった( $\chi^2$ 検定、 $P > 0.8$ )。

表3. 0m地点における警戒行動の有無

	音声無	警戒声	DW
警戒行動あり	3	25	20
警戒行動なし	16	16	3
合計	19	41	23

警戒声の反応範囲は個体数によってばらつきが見られたが、多くの個体が300m手前から0 m地点の間に警戒行動を開始し、車が通り過ぎた後600~700m先で終了した。走行車が1 km先まで移動し音を止めてもしばらく警戒行動を続けた個体も6個体見られた(図3)。

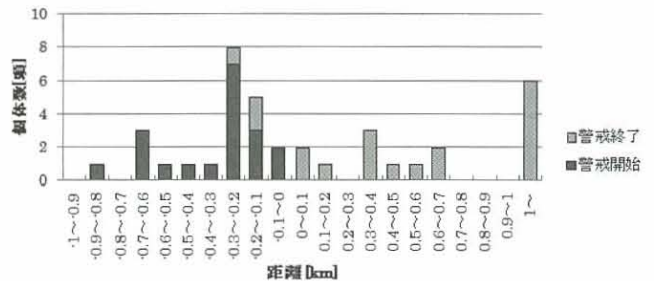


図3. 警戒声の反応範囲

②DWを用いた走行実験

道路沿いで確認された個体は13個体であり、そのうち実験が可能であった対象個体は4個体であった。全ての個体がDWに対して警戒行動を示したが、音声無の場合でも2個体が警戒行動を示した(表4)。

表4. 音声無およびDWにおける反応

番号	音声	距離[m]		反応							
		開始	終了	静止	注目	歩行	逃走	採食	毛繕い	警戒	通常
①	無	-50	500	33	—	—	—	82	5	33	87
	DW	-600	1000	89	8	—	—	23	—	97	23
②	無	—	—	—	—	—	—	120	—	0	120
	DW	-250	1000	51	17	—	—	52	—	68	52
③	無	—	—	—	—	—	—	120	—	0	120
	DW	0	50	—	3	—	—	117	—	3	117
④	無	-650	1000	11	—	—	41	68	—	52	68
	DW	-100	1000	—	6	—	70	44	—	76	44

道路より約40m地点で走行中の車から流した警戒声の音圧は53dB、音の聞こえる範囲は約-65mから約180mであり、DWの音圧は50dB、音の聞こえる範囲は約-150mから約215mであった。

(2) 飼育下実験

警戒反応を行い始めた音圧は、平均 50.5±15.7dB (range 43 - 62dB)であった。同日中で行った調査の音圧差による反応の割合に有意差は見られなかった(8月10日  $\chi^2$  検定、 $P > 0.5$ ; 8月16日  $\chi^2$  検定、 $P > 0.1$ ; 9月7日  $\chi^2$  検定、 $P > 0.5$ ; 9月12日  $\chi^2$  検定、 $P > 0.5$ )。

表5. 飼育下実験における行動時間

行動	8月10日						8月16日					
	1(n=12)			2(n=12)			1(n=12)			2(n=12)		
	平均	SD	range	平均	SD	range	平均	SD	range	平均	SD	range
静止	1.67	± 2.49	0-9	6.83	± 7.23	0-20	3.75	± 5.90	0-22	4.58	± 3.57	0-12
注目	20.00	± 7.38	8-29	12.75	± 7.97	0-27	10.17	± 9.66	0-25	13.67	± 7.41	0-22
警戒声	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
歩行A	7.83	± 8.18	0-22	9.50	± 4.19	1-17	0.50	± 1.12	0-3	0.33	± 0.62	0-2
逃走	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
歩行B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
採食	0	0	0	0	0	10.00	± 11.57	0-30	6.50	± 5.61	0-16	
毛繕い	0	0	0	0	0	0.58	± 1.44	0-5	0.92	± 3.04	0-11	
休息	0	0	0	0.58	± 1.93	0-7	5.00	± 11.18	0-30	3.83	± 9.04	0-30
その他	0.50	± 1.66	0-6	0.33	± 1.11	0-4	0	0	0	0.17	± 0.55	0-2

行動	9月7日						9月12日					
	1(n=13)			2(n=13)			1(n=13)			2(n=13)		
	平均	SD	range	平均	SD	range	平均	SD	range	平均	SD	range
静止	7.31	± 3.29	0-30	0.15	± 0.36	0-1	1.69	± 2.49	0-7	6.54	± 5.61	0-20
注目	1.23	± 3.29	0-12	6.46	± 6.37	0-17	6.62	± 6.81	0-24	4.38	± 6.88	0-22
警戒声	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
歩行A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
逃走	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
歩行B	0.69	± 2.40	0-9	1.62	± 3.58	0-13	2.46	± 6.88	0-26	0.85	± 1.99	0-6
採食	0.69	± 2.40	0-9	19.23	± 9.99	0-30	14.77	± 9.93	0-27	11.77	± 10.70	0-30
毛繕い	0	0	0	0.23	± 0.80	0-3	0.85	± 1.56	0-4	1.31	± 4.53	0-17
休息	18.46	± 3.34	0-30	2.31	± 7.99	0-30	2.31	± 7.99	0-30	4.62	± 10.82	0-30
その他	1.82	± 3.34	0-11	0	0	0	1.31	± 4.53	0-17	0.54	± 1.87	0-7

行動	9月24日					
	1(n=13)			2(n=13)		
	平均	SD	range	平均	SD	range
静止	2.69	± 6.32	0-24	1.92	± 4.46	0-15
注目	0.62	± 1.39	0-5	1.23	± 3.29	0-12
警戒声	0	0	0	0	0	0
歩行A	0	0	0	1.00	± 3.46	0-13
逃走	0	0	0	0	0	0
歩行B	5.77	± 7.08	0-21	1.15	± 3.46	0-13
採食	20.38	± 8.46	3-30	17.77	± 11.18	0-30
毛繕い	0	0	0	0	0	0
休息	0	0	0	6.92	± 11.18	0-30
その他	0.54	± 1.87	0-7	0	0	0



図4. 警戒するエゾシカ (ビデオ映像より)

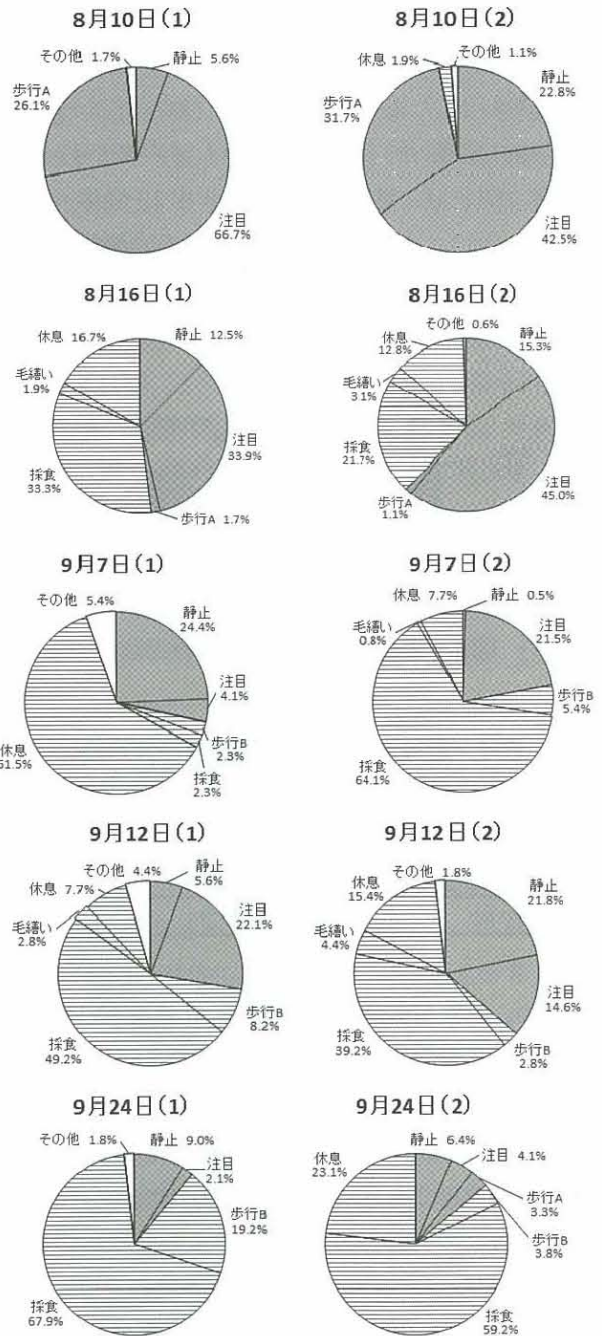


図5. 飼育下調査における行動割合

1回目の調査では、全個体が警戒声に対して警戒行動を示したが(図4)、回を追うごとに警戒行動の割合が減り、通常行動が増えた(図5)。行動時間割合は、8月10日・16日は注目行動が最も長かったが、9月7日の1回目は休息、2回目と9月12日・24日は採食が最も長かった(表5)。



#### 4. 考察

##### (1) 野外実験

シカ事故は車両通行時にシカが道路に侵入することによって起こる。そのため、シカの警戒行動を持続させることが事故防止に有効であると考えられる。

本研究の結果より、音声無に比べ警戒声に対して警戒行動が有意に多く見られた。また、警戒行動を0 m地点より手前から反応を開始し、600m付近まで持続する個体が多いことが分かった。このことから警戒声は車両通過時にシカの道路侵入を妨げる効果があることが示唆された。

先行研究よりDWに対して警戒行動を示した個体数は、0 m地点で23個体中20個体(87.0%)であり(表3)、走行全体で23個体中21個体(91.3%)であった(表2)[4]。警戒行動の有無を比較すると、0 m地点で警戒声よりもDWで有意に多く( $\chi^2$ 検定、 $P < 0.05$ )、走行全体で警戒声とDWとの間に有意に多い傾向は見られなかった( $\chi^2$ 検定、 $P > 0.5$ )。つまり、本研究で得られた警戒声を使用した時と、先行研究よりDWを使用した時と比べその効果がやや劣った。この原因のひとつとして、今回使用した音声には音と音の間隔があったため通過時に無音であった可能性が考えられる。また、両間に音圧の大きな違いは見られなかったが、音の聞こえる範囲がDWの方が広がった。つまり、DWの方が今回使用した警戒声より広い範囲でシカに聞こえていたと考えられる。

構成による警戒行動の有無には大きな違いは見られなかったが、対象個体にオスが少なかったため、雌雄による反応の差があるかは不明であった。

秋期は春期に比べ警戒心が強い個体が多く、車を減速した時点で逃走する個体が多かった。対象となった3個体中2個体は親子で、もう1個体は亜成獣であった。仔は親と一緒に居たためか、警戒行動はほぼ見られなかったが、親と単独の亜成獣は強い警戒行動を示した。しかし、DWだけでなく音声無でも強い警戒行動を示していたため、DWに対する警戒であったのかは不明であった。

##### (2) 飼育下実験

飼育個体を対象に、野生個体では測定が困難である警戒行動を生じさせるのに必要な音圧の測定、および慣れが生じるまでの過程を観察した。

同一個体に対して繰り返し警戒声を聴かせると5回ほどで慣れが生じる事が示された。本研究では3つの警戒声を繰り返し使用しているため慣れが早く生じたと考えられ、慣れの軽減のためには警戒声のバリエーションを増やす必要があると考えられる。

50dB前後で全個体が反応を見せた。また、音圧を高くしても反応割合は変わらなかった。この結果より50dB程度の音圧が必要であるが、それ以上では音圧による反応の差は無い事が示唆された。

#### 5. 実用化に向けての結論

本研究により、車両より警戒声を流しながら走行することによってシカの道路への飛び出しを抑制する効果があることが示唆された。しかし春期と秋期、また雌雄において対象個体数に大きな差が出てしまったため、時期や性によって反応の違いがあるかは不明である。

必要である音圧は50dB前後であり、それ以上の音圧を高くしても反応に差が無いことが示唆された。本研究で使用した警戒声とDWの音圧に大きな差は無く、通過時に必要である音圧を共に満たしていたにもかかわらず、警戒声はDWを使用した時と比べその効果がやや劣った。この原因として警戒声は音と音の間隔が広がったため通過時に無音であった可能性が考えられ、またDWに比べ音の通りが悪く、シカに聞こえる範囲が狭かったと考えられる。このことから、警戒声には音声間の修正、および警戒声を使用して警戒行動を持続させるためスピーカーをより性能の良い物に変える、または音声をデジタル化することによって音の通りを良くする等、音質の更なる改善が必要である。

同一個体に対して聞かせた場合、5回程度で慣れを生じてしまうことが示唆された。このことから多くの個体から警戒声を収録して音声のバリエーションを増やすなど、慣れを回避するための対策を考えなければならず、更なる検証を行う必要があると考えられる。

#### 6. 謝辞

本研究を行なうにあたり、御指導を頂いた帯広畜産大学の押田龍夫教授、高田まゆら助教に厚く御礼申し上げます。また、調査への多大なる御協力および数々の御助言、情報をいただきました社団法人北海道技術開発セン

ター、おびひろ動物園の皆様にご心より深く感謝を申し上げます。最後に野外調査をお手伝い頂いた帯広畜産大学野生動物ゼミの大学院・学部学生：夏坂美帆、千田真輝、新井愛理、大熊勲、佐川真由、佐々木章、佐藤大介、柴谷みのり、清水ゆかり、高田優、吉田智哉、吉村裕貴、若島裕太、秦彩夏、濱田瑞穂、福田真弓、堀内瞭馬、松原明日香の皆様にご深く感謝いたします。

## 7. 引用文献

1. 北海道. 2012. エゾシカ保護管理計画(第4期). 北海道庁, 札幌. 15pp.
2. 野呂美紗子・原文宏・鈴木透・金子正美・萩原亨. 2007. エゾシカの生態に着目した交通事故発生条件に関する分析の試み, 日本地域学会 第44回(2007年)年次大会 学術発表論文集.
3. Romin, L.A. and Dalton, L.B. 1992. Lack of response by mule deer to wildlife warning whistles. *Wildlife Society Bulletin* 20 : 382 - 384.
4. 鹿野たか嶺・柳川久・野呂美紗子・原文宏・神馬強志. 2006. 道路沿いに出現するエゾシカに対する鹿笛の有効性. 第5回「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 : 25 - 30.
5. Valitzski, S.A. , D'angelo, G.J., Gallagher, G.R., Osborn. D.A., Miller, K.V. and Warren, R.J. 2009. Deer responses to sounds from a Vehicle-Mounted Sound-Production System. *The Journal of Wildlife Management* 73 : 1072 - 1076.
6. 鹿野たか嶺・柳川久・野呂美紗子・原文宏・神馬強志. 2010. 交通事故防止を目的としたエゾシカに対するディアホイッスルの有効性. *野生生物保護* 12 : 39 - 46.
7. 鹿野たか嶺・野呂美紗子・柳川久・神馬強志. 2007. 音を用いたエゾシカの交通事故対策の検討(中間報告). 第6回「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 : 83 - 88.
8. 鹿野たか嶺. 2008. 警戒声を用いたエゾシカの交通事故対策の検討. 帯広畜産大学大学院畜産学研究科 2007年度修士論文. 31pp.

## 8. 要旨

エゾシカと車との衝突事故は近年増加の一途をたどり、大きな社会問題となっている。シカとの交通事故対策の一つとして、車両の接近を音によって警告するディア・ホイッスル(DW)がある。野外で録音したシカの警戒声をDWの代わりに用いて、その効果を調べた。

走行中の車から警戒声を流した場合、道路沿いにいたシカ21個体のうち19個体(90.5%)が警戒した。したがって、警戒声の効果が実証されたが、その効果は電子音のDWに比べて劣っていた。

動物園で飼育されているシカでの実験では、シカは最も小さい音では平均50.5dBの警戒声から反応し始めた。また、飼育個体では実験を重ねるたびに、各個体に慣れが生じている事が明らかになった。

## 9. Summary

Collisions between sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) and cars have become a major social problem and are steadily rising in frequency. One measure to prevent such collisions is the use of a deer whistle to warn the animals that a car is approaching. We tested the effectiveness of the alarm call of the sika deer recorded in the field, as compared with that of the deer whistle.

When the alarm call was played from a traveling car, 19 out of 21 deer located along the road (90.5%) were alerted. This demonstrated the effectiveness of the alarm call, but it was actually less effective than the electronically produced deer whistle sound.

When an experiment was conducted with deer at a zoo, the average lowest volume at which the deer began to react to the alarm call was 50.5 dB. When the experiment was repeated it became clear that the zoo deer became accustomed to the alarm call.