

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

鹿野たか嶺^{1,2}・柳川 久¹・野呂美紗子²・原 文宏²・神馬強志³

¹帯広畜産大学野生動物管理学研究室 〒080-8555 北海道帯広市稲田町西2線11番地

²(社)北海道開発技術センター 〒060-0051 北海道札幌市中央区南1条東2丁目11

³帯広開発建設部帯広道路事務所 〒089-0536 北海道中川郡幕別町札内西町73番地6

Effectiveness of Deer whistle for Hokkaido sika deer *Cervus nippon yesoensis* for prevention of deer-vehicle crash

Takane Shikano¹, Hisashi Yanagawa¹, Misako Noro², Fumihiko Hara² and Tsuyoshi Jimma³

¹Laboratory of Wildlife Ecology, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, 2-11
Inada-cho, Obihiro, Hokkaido, 080-8555, Japan

²Hokkaido Development Engineering Center, south-1, east-2-11, chuo-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-0051, Japan

³Obihiro Road Maintenance Office, Obihiro Development and Construction Department 73-6, Nishimachi,
Satsunai, Makubetsu, Nakagawa-gun, Hokkaido, 089-0536, Japan

Abstract We studied the effectiveness of electronic deer whistles in scaring away sika deer that are likely to run onto roads, resulting in accidents. These whistles have been used in the U.S.A. and other countries. In this study, two types of deer whistles were tested: one that has a continuous tone with a fixed frequency (Whistle A) and the other that has an intermittent tone with a modulated frequency (Whistle B). To assess the effectiveness of the whistles in alerting deer, the deer's reactions to the whistles were observed by blowing the whistle from a fixed place that is visible to the deer when they appear by the roadside. For the control sample, deer's behavior when no whistle was blown was observed. When no whistle was blown, 51% of the deer were on alert about the observers. When Whistle A was blown, 67% of the deer were on alert; this figure increased to 95% when Whistle B was blown. The time durations for which the deer were alert when no whistle was blown, Whistle A was blown, and Whistle B was blown were 20%, 42%, and 73%, respectively. These results indicated that the deer whistles are effective in alerting deer, and that Whistle B is more effective than Whistle A. Vehicles can be equipped with deer whistles to alert deer about on-coming vehicles so as to prevent them from crossing roads, and consequently reduce deer-vehicle collisions.

Key words: deer whistle, Hokkaido, sika deer, road-kill

はじめに

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) は北海道を代表する大型哺乳類で、オスは130kg以上、メスは80kg以上の体重に達する(斜里町立知床博物館2000)。本種は1980年代から急激に個体数が増加し、深刻な農林業被害を及ぼしているほか、自動車や列車との交通事故が問題となっている(大泰司ほか1998)。大型動物であるエ

ゾシカとの衝突は車両や人間への被害が大きい。

自動車とエゾシカとの交通事故は1990年代初めから増加しており、また、事故発生地域も拡大している(大泰司ほか1998, 社団法人エゾシカ協会・社団法人北海道開発技術センター2003)。北海道東部の網走・十勝・釧路・根室支庁管内はエゾシカの交通事故発生頻度が特に高い地域であり、事故件数が北海道全体の80%を占めている(大泰司ほか1998)。十勝管内は国道における

交通事故が、釧路、網走に次いで多い地域である(野呂・柳川 2002)。

現在、シカ類との交通事故防止策にはさまざまな手段が講じられているが(亀山 1997, 大泰司ほか 1998), いずれも有効性が確認されておらず, いまだ試験段階である。この対策のひとつとして, 心理フェンスのひとつである音による手法がある(大泰司ら 1998)。アメリカ, カナダおよびヨーロッパ諸国では, 電子音や風圧により超音波を発するディアホイッスルを自動車に装着し, シカと自動車の交通事故防止を図っている(社団法人 エゾシカ協会・社団法人 北海道開発技術センター 2003)。ディアホイッスルの目的は, 音によってシカに警戒(動きを止める, 逃げ出すなど)を促すことであり(Midwest Regional University Transportation Center Deer-Vehicle Crash Information Clearinghouse 2004), 日本にも導入されている(社団法人 エゾシカ協会・社団法人 北海道開発技術センター 2003)。現在導入されているものは風圧によって超音波を発するディアホイッスルのみであるが, このタイプのディアホイッスルは, アメリカでは 1970 年代後半から導入されており, ミュールジカ(*Odocoileus hemionus*) やオジロジカ(*O. virginianus*) に対して調査した過去の研究によると, “超音波” のディアホイッスルには忌避効果がないことが報告されている(Romin and Dalton 1992, Scheifele *et al.* 2003)。

一方で, 可聴域の“電子音”のディアホイッスルは比較的新しく, 近年開発されたため有効性に関しては研究報告がなく, その効果は明らかではない。エゾシカに効果的な音による装置が開発された場合, 最良の対策となる可能性が示唆されている(社団法人 エゾシカ協会・社団法人 北海道開発技術センター 2003)。そこで本研究では, 2 タイプの電子音のディアホイッスルを実際に鳴らし, 道路沿いのエゾシカの反応を観察することにより, 音を用いた交通事故対策の有効性を明らかにすることを目的とした。

本研究を行なうにあたり, 数々の貴重な御助言を承りかつ多大なるご協力をいただきました館長の川辺百樹氏をはじめとするひがし大雪博物館の皆様へ深く感謝申し上げます。また, ご指導をいただいた帯広畜産大学野生動物管理学研究室の押田龍夫准教授に心から感謝いたします。

調査地および方法

1. 調査地と調査期間

調査地は一般国道 273 号で, 上士幌町糠平市街(北緯

43 度 21 分, 東経 143 度 11 分) から三国峠(北緯 43 度 34 分, 東経 143 度 7 分) までの約 32km の区間とした(図 1)。調査区間は大雪山国立公園内に位置しており, エゾシカの生息地となっている(北海道環境生活部 2002)。調査地内の標高は約 540m~1,200m であった。調査地の森林は高木層が主にエゾマツ(*Picea jezoensis*), トドマツ(*Abies sachalinensis*), カンバ類(*Betula spp.*) の優占する針広混交林で(北海道 1981), 道路の両側まで林が迫っている。道路沿いの法面にはササ群落(*Sasa spp.*) やアキタブキ(*Petasites japonicus var. giganteus*) が広く分布している。また, 沢などの水辺付近には湿地が点在する。

この道路は道幅が広くカーブが少ないことから, 高速で走行する自動車が非常に多い。また, 調査地全域においてエゾシカの交通事故が多発している(野呂・柳川 2003)。エゾシカは春と秋に生息地を移動すること(Uno and Kaji 2000) が知られており, 調査地内においても, 特に春(4~5 月)と秋(9~10 月)に事故数および道路周辺の観察個体数が多いことが報告されている(野呂・柳川 2003)。このことから, 調査期間は道路沿いの観察個体数の多い 2005 年 4~6 月とした。

2. ディアホイッスル

本研究では, 以下の 2 タイプのディアホイッスルを用いた。

タイプ A: XP3 社の the Hornet Model V-120 (図 2a)

タイプ B: AA Communications 社の Portable Deer Alert (図 2b)

両タイプともアメリカ製であり, タイプ A は \$39.95 ~\$59.95, タイプ B は \$39.95 で販売されている。また,

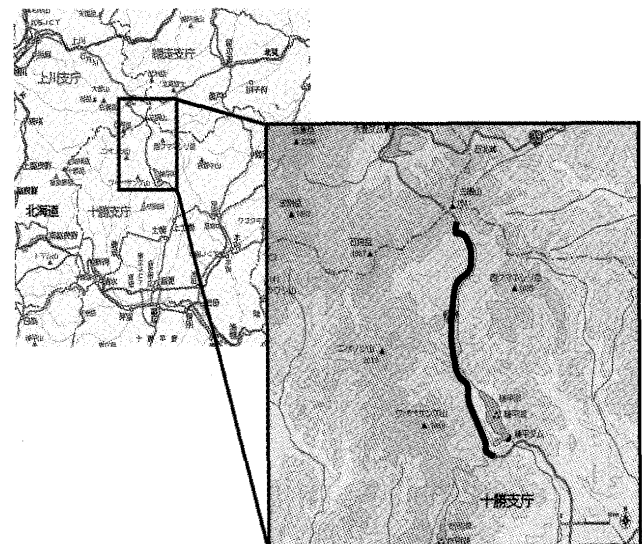


図 1. 調査地(太線: 調査ルート)

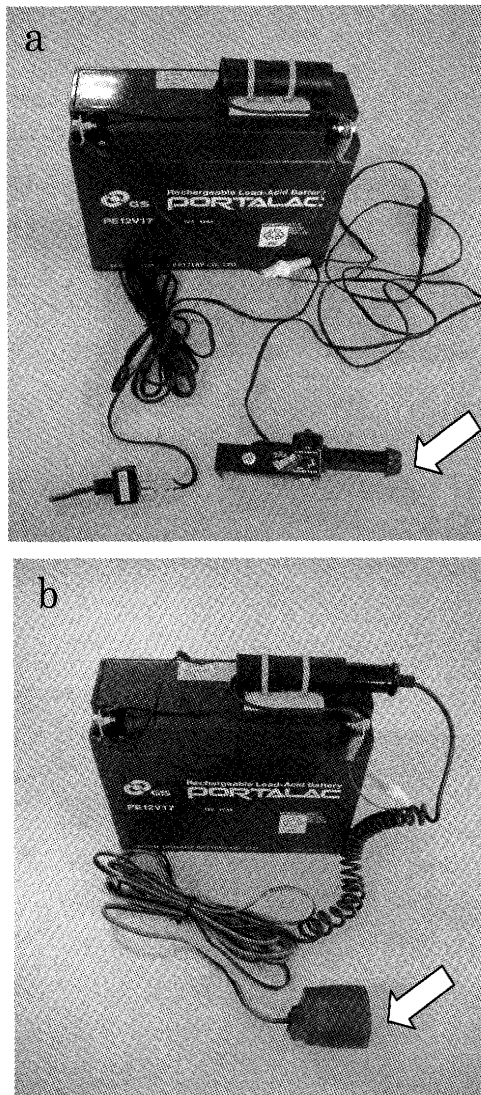


図2. a: タイプA, b: タイプB(矢印: 警笛部分)

両タイプとも運転者によって音のオン・オフの切り替えが可能である。発する電子音の周波数は3.5~5.5kHzであり、これはアメリカで最も一般的なシカの1種であるオジロジカの可聴範囲である (Scheifele et al. 2003)。タイプAは連続的(ピー)、タイプBは断続的(ピッ、ピッ)な電子音であり、音の大きさはそれぞれ音源で120dB、89dBである (<http://www.xp3hornet.com/index.shtml>, <http://911phone.net/Alert.htm>)。それぞれの音のサウンド・スペクトログラムを図3a、図3bに示す。なお、サウンド・スペクトログラムは、音声解析ソフト (Avisoft-SASLab Proversion 3.9) を用いて作成した。

3. 野外観察と解析

調査地内の道路周辺に出現する野生のエゾシカを対象として2タイプの電子音のディアホイッスルに対する反応を調べた。それぞれの音に対する反応を明確に観察す

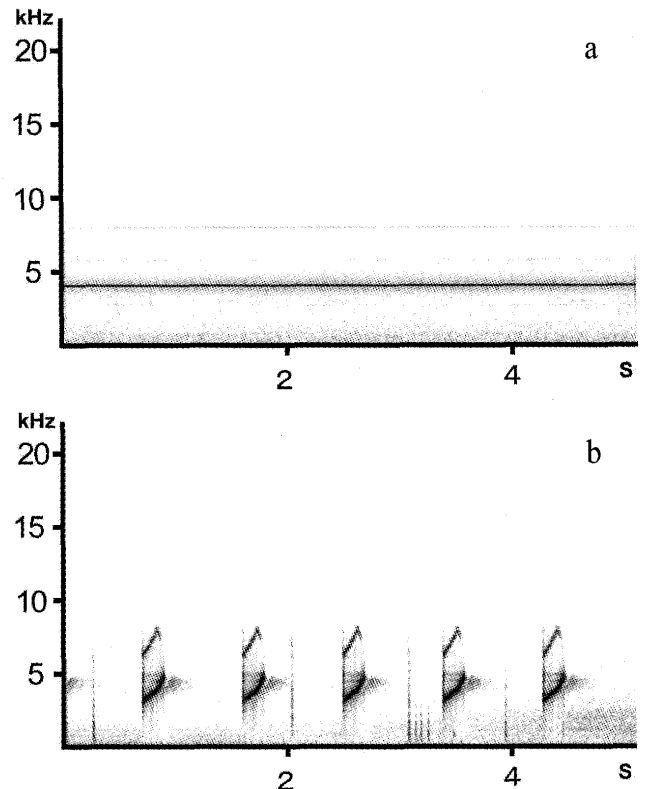


図3. サウンド・スペクトログラム；
a: タイプA, b: タイプB

るため、固定位置から対象個体に向けてディアホイッスルを鳴らし、デジタルビデオカメラ (SONY TRV-50) を用いて対象個体を記録した。

対象個体の行動を9カテゴリに分類し、記録した (表1)。それらの行動を、警戒行動 (静止・注目・警戒声・

表1. 行動カテゴリ

行 動	定 義	
警戒行動	静止	頭の方向はディアホイッスルに向かずあたりを注視する
	注目	ディアホイッスルの方に頭を向けて注視する
	警戒音	警戒音を発する
	歩行移動	食物探索を行わずに歩いて移動する
	逃走	走って移動する
通常行動	採食	歩きながら口で林床を探索、食物を摂食する 立ち止まって食物を摂食する
	毛繕い	自分や他個体の体を口ですく、足で体や頭を搔く
	休息	地面に座って落ち着いている
	その他	上記以外の行動

歩行移動・逃走)と通常行動(採食・毛繕い・休息・その他)に区別し, 1秒間以上警戒行動が見られた場合を, “警戒行動あり”と定義した。なお, 歩行移動は警戒行動以外にも見られる行動であるが, 本研究では, ディアホイッスルに反応して歩行によって遠ざかる移動行動を“歩行移動”とした。

2タイプのディアホイッスルによる相互の影響を避けるために, 1回(1日)の調査で用いるディアホイッスルは1タイプとした。調査時間帯は, ビデオ撮影が可能な明るさであり, エゾシカの活動が活発な日の出後および日没前とした。

調査ルートを低速(時速40km)で走行し, 自動車内から確認可能な道路周辺のエゾシカを探索した。個体を発見した時点で停車し, ビデオ撮影によりエゾシカの行動を記録した。また, レーザー距離計(OPTI-LOGIC社400LH)を用いてディアホイッスル(自動車)から個体までの距離を測定した。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たため(Romin and Dalton 1992), 今回は自動車から100m以内の個体を対象とした。今回用いたディアホイッスルは約450mの距離まで音が届くとされているため(<http://911phone.net/Alert.htm>), 100mはエゾシカがディアホイッスルの音を十分に聴くことが可能な距離である。自動車が停車したことにより個体が警戒行動を示すため, 自動車停止前に対象個体が行っていた行動(通常行動)が連続的にみられるようになったことを確認した後, ディアホイッスルを鳴らした。ディアホイッスルを鳴らす時間は, 予備調査の結果からエゾシカがディアホイッスルに反応するには十分な時間である30秒間とした。また, ディアホイッスルの有無による行動の違いを明確にするため, コントロールとして, ディアホイッスルを鳴らす前の行動を30秒間記録した。撮影は, ディアホイッスルを鳴らし終えた後, 通常行動が連続的にみられた時点で終了とし, 目視できなくなるまで移動した場合は30秒間鳴らし終えた時点で終了とした。

対象個体の性(雌, 雄, 不明), 齢(成獣, 亜成獣, 幼獣)および群構成(群れ, 単独)を記録した。各カテゴリについて警戒行動の有無を比較した。統計解析にはFisherの直接確率計算法を用いた。

また, コントロールおよびディアホイッスルを鳴らしている30秒間における行動および各行動の全持続時間を1秒ごとに記録した。コントロール, タイプA, タイプB間における行動の違いを明らかにするため, 警戒行動の有無および警戒行動時間の割合を比較した。統計解析には χ^2 検定およびMann-WhitneyのU検定を用いた。

結 果

タイプAでは27回, タイプBでは22回の調査を行い, 対象個体は, タイプAでは43個体, タイプBでは44個体, 合計87個体であった(表2)。性が判別できた個体55個体のうちほとんどが雌であり(48個体), 雄は7個体であった。亜成獣(33個体)よりも成獣(54個体)が多く, 幼獣は観察されなかった。なお, 亜成獣は雌雄の判別が難しく, 性はほとんどが不明であった。群構成は, 単独個体(22個体)よりも群れ個体(65個体)が多く, それぞれの群れの個体数は2個体から10個体以上であった。自動車からの距離は13.9m~96.0mであった。対象個体の85%(74個体)が道路周辺の草地および法面で採食行動をしており, 道路上に滞在している個体はいなかった。

対象個体の性, 齢および群構成における警戒行動の有無には, いずれも有意差がなかった(Fisherの直接確率計算法, 齢, $df = 2, \chi^2 = 2.852, P > 0.05$; 群構成, $df = 1, \chi^2 = 1.213$)。距離は, 対象個体87個体中85個体が道路から60m以内であった。そのため, その半分の距離の30mを区切りとして30m未満と30m以上に分けて警戒行動の有無を比較した結果, 有意差がなかった(Fisherの直接確率計算法, $df = 1, \chi^2 = 1.589, P > 0.05$)。また, 群れの個体において, 同群内の個体の行動が全て同じであった群れはなかったことから, 同群内の影響は考慮しなかった。以上のことから, 全個体を独立サンプルとしてまとめて扱った。コントロール個体は, ディアホイッスルの対象個体数にあわせ, ランダムに45個体を選択し設定した。

警戒行動を示した個体数は, コントロールで45個体のうち23個体(51%), タイプAで43個体のうち29個体(67%), タイプBで44個体のうち42個体(95%)であった(表3)。警戒行動の有無を比較すると, コントロールとタイプA間では有意差はなかったが(χ^2 検定, $df = 1, \chi^2 = 3.195, P > 0.05$), コントロールとタイプB間ではタイプBが有意に多かった($df = 1, \chi^2 = 22.212, P < 0.0001$)。また, タイプAとタイプB間

表2. 対象個体

ディアホイッスル	亜成獣			成獣			幼獣		
	雄	雌	不明	雄	雌	不明	雄	雌	不明
タイプA	2	0	9	2	30	0	0	0	0
タイプB	0	0	22	3	18	1	0	0	0
合計	2	0	31	5	48	1	0	0	0

表3. コントロールおよびディアホイッスルにおける警戒行動の有無

	コントロール	タイプ A	タイプ B
警戒あり	23	29	42
警戒なし	22	14	2
合計	45	43	44

においても有意な差が見られ ($df = 1, \chi^2 = 11.370, P < 0.01$), タイプ B が有意に多かった。

それぞれのディアホイッスルを鳴らしている間およびコントロールの 30 秒間におけるエゾシカの平均行動時間を表 4 に示した。行動時間の割合は、コントロールでは採食行動が最も多く、全体の 71.2% (平均 ± SD: 21.33 ± 10.21 秒) を占めた (図 4a)。タイプ A においても採食行動が最も多く、57.4% (17.21 ± 11.57 秒) を占めた (図 4b)。一方、タイプ B では注目行動が最も多く、44.9% (13.48 ± 9.43 秒) であり、採食行動は 26.4% (7.91 ± 10.45 秒) にとどまった (図 4c)。

警戒行動時間割合の平均は、コントロールでは 19.7% (5.93 ± 8.19 秒), タイプ A では 41.0% (12.33 ± 11.88 秒), タイプ B では 72.4% (21.73 ± 10.73 秒) であった。タイプ A, タイプ B およびコントロールの警戒行動時間割合を比較すると、タイプ A および B が有意に長かった (Mann-Whitney の U 検定, A: $U = 671.5, P < 0.05$, B: $U = 283.0, P < 0.0001$)。タイプ間の比較では、タイプ B において警戒行動時間が有意に長かった。 ($U = 539.5, P < 0.001$)。

考 察

1. ディアホイッスルに対するエゾシカの反応

警戒を示した個体数は、タイプ A ではコントロールと有意差はみられなかったものの、警戒行動時間の割合はタイプ A で有意に多かった。タイプ B では、警戒を示した個体数、警戒行動時間の割合ともに、コントロールに対し有意に多かった。このことから、タイプ A, タイプ B のディアホイッスルともエゾシカに対して警戒

表4. 行動時間 (秒)

	コントロール		タイプ A		タイプ B	
	平均 ± SD	range	平均 ± SD	range	平均 ± SD	range
静止	0.73 ± 1.79	0- 8	4.14 ± 6.49	0-24	4.11 ± 5.94	0-24
注目	4.44 ± 7.55	0-30	7.09 ± 8.99	0-30	13.48 ± 9.43	0-30
歩行移動	0.76 ± 2.81	0-13	1.09 ± 2.68	0-11	2.61 ± 4.97	0-19
逃走	0	0	0	0	1.52 ± 4.59	0-16
採食	21.33 ± 10.21	0-30	17.21 ± 11.57	0-30	7.91 ± 10.45	0-30
毛繕い	0.82 ± 2.83	0-16	0.05 ± 0.30	0- 2	0.30 ± 1.37	0- 7
休息	0.47 ± 3.13	0-21	0	0	0	0
その他	1.42 ± 3.48	0-14	0.42 ± 1.79	0-11	0.07 ± 0.33	0- 2

- 静止
- ▣ 注目
- ▤ 歩行
- 逃走
- 採食
- ▨ 毛繕い
- ▩ 休息
- ⊞ その他

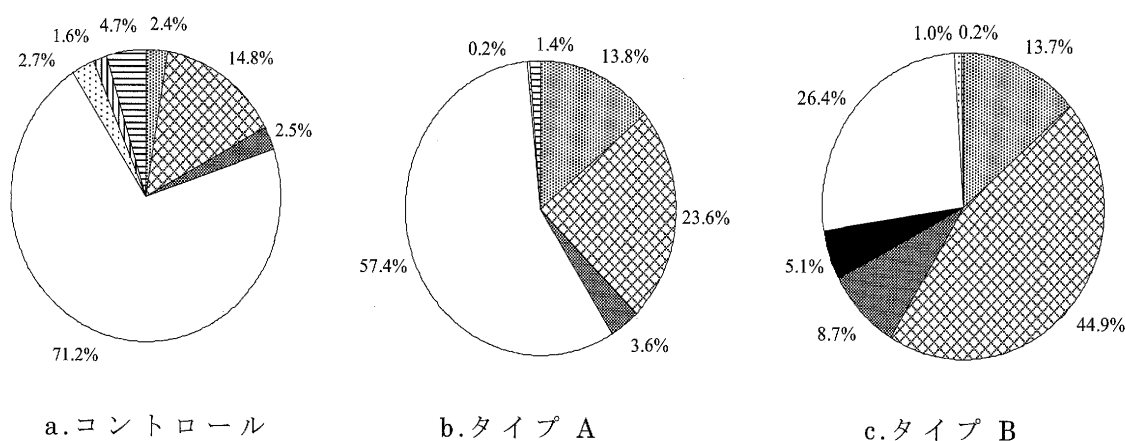


図4. 30 秒間における行動割合 ;
 a: コントロール (N = 45), b: タイプ A (N = 43)
 c: タイプ B (N = 44)

を促す効果があるということが明らかになった。コントロールにおいても51%の個体が警戒行動を示しているが、これは自動車が停車して観察者がいるためであると考えられる。

ディアホイッスルのタイプ間で警戒を促す効果に違いがみられ、タイプAよりもタイプBにおいて警戒個体数、警戒行動時間の割合ともに有意に多かった。また、タイプBにおいてのみ逃走個体が見られた。これらのことから、タイプBでより強く警戒を促す効果があることが示された。また、タイプBよりもタイプAの音圧が高いにも関わらず、タイプBに対してより強い警戒行動を示した。このことから、音の大きさよりも音の種類あるいは変化がエゾシカの警戒行動に影響していると考えられる。

タイプBがタイプAよりも警戒を促す理由として、タイプBの出す音がエゾシカの警戒声に類似している可能性が挙げられる(図5)。エゾシカはニホンジカ(*C. nippon*)の亜種であり、Minami and Kawamichi(1992)はニホンジカについて「警戒声は未知の物事や警戒声を発した個体に対して、周囲の他個体の注意を引くことに役立つ」と述べている。タイプBとエゾシカの警戒声には、短く鋭い音であり断続的に繰り返されるといった類似点がある。

また、Minami and Kawamichi(1992)では、人間による予想外の行動、未知の物体、野犬および他個体が発した警戒声のような未知の状況に対して警戒声が発せられ、警戒声を聞いた個体の反応として警戒声を発した個体から逃げる、または警戒声を発した個体の近くに集まる個体が観察されている。本研究においては、観察者に対して警戒声を発する個体が観察され、警戒声を発した個体の近くに群内の他個体が集まる行動もみられた。また、タイプAの発する音に対して逃走する個体は観察

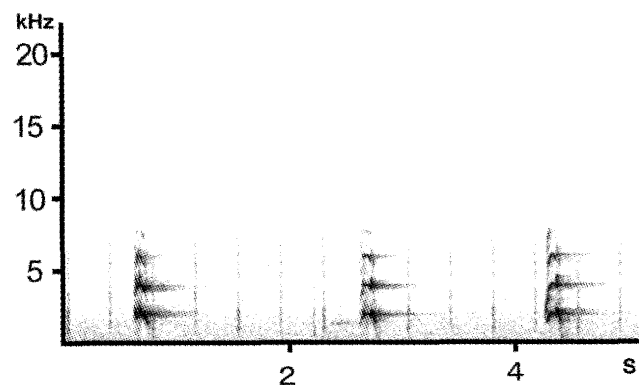


図5. 警戒声のサウンド・スペクトログラム
(2005年6月21日に調査地である上士幌町糠平にて録音したメス個体の警戒声)

されなかったが、タイプBの発する音に対して逃走する個体が観察された。このことから、タイプBがエゾシカの警戒声に類似していたために逃走した個体があったと考えられる。

本調査では、ディアホイッスルの音に対する反応を調査することを目的とし、停車した自動車から音を鳴らすという実験を行なった。ディアホイッスルは本来、音を鳴らしながら走行する装置であることから、本研究で実施したような30秒間一定の場所から音が鳴り続けるといった状況はほとんどないだろう。また、自動車で行しながら音を鳴らすことで、ドップラー効果や音が接近するおおよび大きくなる等、本調査とは条件の異なる様々な影響が発生すると考えられる。さらに、ディアホイッスルに対するエゾシカの反応距離も調査する必要があるだろう。したがって、走行する自動車から鳴らすディアホイッスルに対する効果計測を行い、ディアホイッスルに対するエゾシカの反応をより正確に把握する必要がある。

2. ディアホイッスルの交通事故対策としての有効性

エゾシカの交通事故発生割合は、イヌ(*Canis lupus familiaris*)、ネコ(*Felis silvestris catus*)を除いた野生動物の中では最も高い(野呂ほか2007)。本調査地である一般国道273号は、十勝管内で最もエゾシカの交通事故が多い路線であり、その事故地点は広く分布している(神馬ほか2007)。高速道路や国道での局所的な交通事故多発地帯では防鹿柵の設置によって事故数を大幅に減少させることが可能である(大泰司ら1998、北海道釧路支庁1999)。しかし、事故地点が広く分布する本調査地においてはこのような方法は当てはまらず、また、エゾシカの生息地を大きく分断してしまうことも考えられる。したがって、防鹿柵のような物理的にエゾシカの道路横断を遮断する対策よりも、音のように一時的にエゾシカの道路横断を防ぐような心理的な対策が望まれる。

エゾシカによる道路交通事故は、道路へのエゾシカの進入による自動車との衝突、ドライバーの回避行動に伴う車輻の路外への逸脱および車間相互の衝突等により発生している(北海道環境生活部2002)。エゾシカの道路への進入は、道路への飛び出しと道路へ進入した個体の道路上での滞在に大きく分けられる。

本研究により、海外で使用されている電子音のディアホイッスルは、エゾシカに警戒を促し、行動を抑止する効果があることが明らかとなった。このことから、ディアホイッスルを自動車に装着することにより道路周辺のエゾシカの道路への飛び出しを防ぐことが示唆される。エゾシカは、通行車両を警戒しながら道路横断すること

が確認されている（福原ほか 2008）。ディアホイッスルの装着により、エゾシカの警戒をより増幅させることで、事故の減少につながると思われる。

シカは交通環境の景色や音のような一見“危険のない”刺激に対する慣れが早い（大泰司ほか 1998）。このことは、本調査において自動車が走行しているにも関わらず道路周辺で採食行動をしている個体が多いことから明らかである。爆音機を用いた農業被害対策についても、使用当初は効果的だが、使い続けるうちにエゾシカが音に慣れ、爆音機が作動していても平気で進入するようになると報告されている（社団法人 エゾシカ協会・社団法人 北海道開発技術センター 2003）。このことから、ディアホイッスルの音に対しても慣れが生じる可能性が考えられる。しかし、一定の時間間隔で作動する爆音機と違い、ディアホイッスルは装着した車両が近づいたときのみ音が鳴るため、慣れの速度が遅い可能性がある。

一方で、道路上や道路周辺に出現し滞在するエゾシカを道路上から遠ざけることも必要である。しかし、逃走個体が5個体のみ（5.1%）であったことから、ディアホイッスルには道路からエゾシカを遠ざける効果はほとんどないと思われる。

今後は、走行する自動車から鳴らすディアホイッスルに対する反応実験を行い、ディアホイッスルの有効性をさらに検討する必要がある。また本調査地は、道路周辺環境がシカの好む構造をしているためにシカを道路に誘引し、事故要因となっていることが示唆されている（野呂・柳川 2003）。このため、道路周辺からエゾシカを遠ざけることは重要であると共に困難であることが予想される。エゾシカとの交通事故を防ぐためには、周辺環境を改善するなど、他の対策手法も併せて検討していく必要があるだろう。

引用文献

- 北海道環境生活部（2002）エゾシカ保護管理計画。
<http://www.pref.hokkaido.jp/kseikatu/ks-kskky/sika/keikaku/pdf/Plan.pdf>. 11pp.
- 北海道釧路支庁（1999）エゾシカ交通事故フォーラム。
 北海道釧路支庁地域政策部環境生活課, 45 pp.
- 北海道生活環境部自然保護課（1981）大雪山系自然生態系総合調査 大雪山系現存植生図。
<http://911phone.net/Alert.htm>
<http://www.xp3hornet.com/index.shtml>
- 福原潤二・上村達也・小湊 梓（2008）一般国道におけるエゾシカ横断ポイントの集約によるロードキル対策について。「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 7: 91-96.
- 神馬強志・川合正浩・高橋秀則（2007）一般国道 273 号でのエゾシカの交通事故防止対策に関する取り組みについて—人間・シカ双方への心理的手法の実践事例—。「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 3: 75-80.
- 亀山 章（編集）（1997）エコロード—生き物に優しい道づくり—。ソフトサイエンス社, pp 238, 東京。
- Midwest Regional University Transportation Center Deer—Vehicle Crash Information Clearinghouse（2003）“DEER—VEHICLE CRASH COUNTERMEASURE TOOLBOX: A DECISION AND CHOICE RESOURCE”. 13-21.
- Minami, M. and T. Kawamichi（1992）Vocal repertoires and classification of the sika deer *Cervus nippon*. *Journal of the Mammalogical Society of Japan* 17: 71-94.
- 野呂美紗子・原文宏・萩原 亨（2007）北海道における野生動物の交通事故モニタリングの実施に向けて。「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 6: 73-76.
- 野呂美紗子・柳川 久（2002）十勝管内の国道におけるエゾシカの交通事故の特徴とその原因について（予報）。「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 1: 75-80.
- 野呂美紗子・柳川 久（2003）道路周辺のエゾシカと事故数との関係—北海道十勝管内の国道 273 号を例として—。「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 3: 75-80.
- 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 pp, 札幌。
- Romin, L.A. and L.B. Dalton（1992）Lack of response by mule deer to wildlife warning whistles. *Wildlife Society Bulletin* 20: 382-384.
- Scheifele, P.M., D.G. Browning and L.A. Collins—Scheifele. Analysis and effectiveness of deer whistles for motor vehicles: frequencies, levels, and animal threshold responses. *Acoustics Research Letters Online* Volume 4, Number 3, July 2003, pp. 71-76.
- 社団法人 エゾシカ協会・社団法人 北海道開発技術センター（2003）エゾシカの被害と対策—エゾシカとの共存をめざして—。社団法人 北海道開発技術センター, 221 pp, 札幌。
- 斜里町立知床博物館（2000）しれとこライブラリー②知床のほ乳類 I。北海道新聞社, 230 pp, 札幌。
- 十勝毎日新聞。2004。WEB TOKACHI, 7月。株式会社

野生生物保護 12 (2), 2010

十勝毎日新聞社, 帯広.

49-57.

Uno, H. and K. Kaji (2000) Seasonal movements of female
sika deer in eastern Hokkaido, Japan. *Mammal Study* 25 :

(2007年11月9日受付; 2009年9月14日受理)