

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

鹿忌避音で列車と鹿の衝突事故を防止する

近年、線路上の鹿と列車が衝突する事故が増えています。衝突事故が発生すると、衝突時の衝撃による車両故障やタイヤ乱れのほか、衝突を回避するための急ブレーキにより、鉄道利用者の安全性にも影響を与えます。鉄道総研では、これまで鹿の警戒声と犬の鳴き声を組み合わせた忌避音を開発し、鹿を沿線から忌避させる手法の研究に取り組んできました。ここでは、忌避音が鹿を早期に線路から遠ざける効果の検証や、慣れに対する検証を行った結果と、実用化に向けた車載型自動吹鳴装置の開発について紹介します。



潮木 知良
Tomoyoshi Ushioji
人間科学研究部
生物工学研究室
主任研究員



志村 稔
Minoru Shimura
人間科学研究部
生物工学研究室
主任研究員



池畑 政輝
Masateru Ikehata
人間科学研究部
生物工学研究室長

はじめに

環境省の調査によると、2019年度の本州以南に生息するニホンジカの推定生息数は約189万頭（北海道に生息するエゾシカは67万頭）となっており、近年は個体数管理（※参照）により微減傾向にあるものの、依然として高い水準で推移しています。一方で、生息分布は本州以南、北海道ともに拡大が続いており、列車と鹿が衝突する事故は、発生する線区が拡大するとともに、件数も増加傾向にあります。これに対し、鉄道事業者もさまざまな事故防止対策に取り組んでいますが、追いついていないのが現状です。

列車と鹿の衝突事故では、列車の遅延のほか、車両や線路の安全点検にかかる乗務員や保線社員への負担など、

さまざまな影響が発生します。また、鉄道利用者の安全性の観点からは、衝突を回避するために急ブレーキをかけることにより、利用者がバランスを崩して転倒したり手すりなどにぶつかったりするおそれがあります。運転士へのアンケートから、1件の事故に対して40～50件のヒヤリ・ハットを経験していることがわかり、急ブレーキをかける頻度は衝突事故の件数よりかなり多いと考えられます。そのため、利用者の安全性の確保には、衝突事故を減らすだけでなく、線路上の鹿を早期に排除し、急ブレーキをかける機会を減らすことも重要です。

鉄道総研では、これまで線路内やその周辺に出没する鹿の行動を調査するとともに、鹿侵入防止柵をはじめとするさまざまな鹿対策手法の有効性について評価・検討しました。さらに、これまで検討されてこなかった鹿の生態に基づいた手法として、線路上の鹿を早期に排除するための「忌避音」を開発し、これを用いた新たな事故防止対策の研究開発を進めてきました¹⁾²⁾。ここでは、忌避音による鹿の忌避効果を検証した結果と、忌避音を車両から

※ ニホンジカの個体数管理

環境省と農林水産省は、ニホンジカの急速な個体数増加による農林業や生態系への被害拡大に対処するため、2013年12月に「抜本的な鳥獣捕獲強化対策」策定し、2013年度の推定個体数261万頭を2023年度までに半減することを当面の目標として、捕獲による個体数管理を進めています。

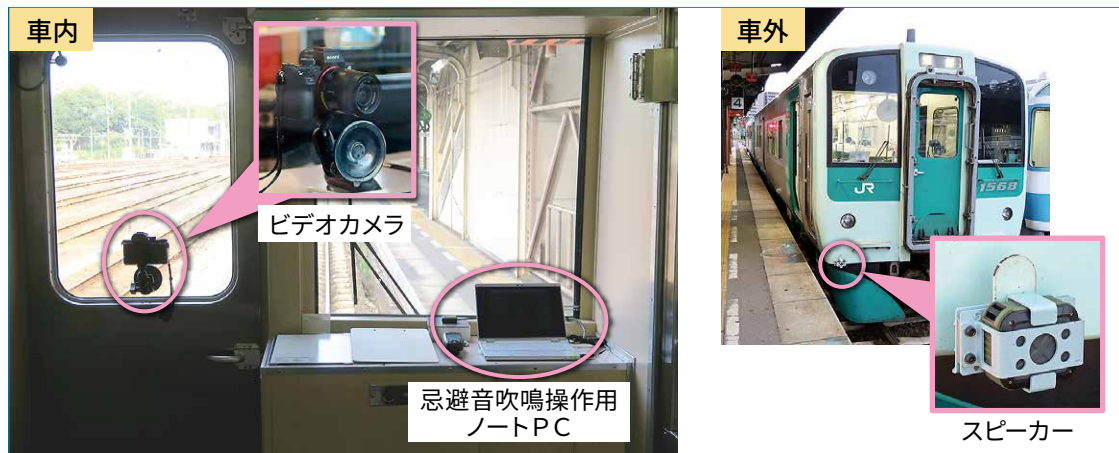


図1 忌避音の効果と慣れの検証試験の状況

吹鳴するために開発した車載型自動吹鳴装置について紹介します。

鹿忌避音の概要

音を利用した鹿の忌避手法には、爆音やサイレンのような鹿を驚かす音や、鹿が嫌う音など、さまざまなものが開発されていますが、その多くは導入した直後に一定の効果がみられるものの、鹿が慣れることによって効果が長続きしないという課題がありました。そこで、鉄道総研では、容易に慣れにくい音として、自身の危険を仲間知らせるときに発する「警戒声」に着目し、この鳴き声を利用する手法を考案しました。実際に鹿が発した警戒声を録音したものをスピーカーから飼養鹿や野生鹿に聞かせた実験では、注意をひく効果が確認されました。しかし、線路上の鹿を遠ざけるためには、注意をひくだけではなく、逃走行動に結びつけるきっかけも必要であることがわかりました。そこで、鹿が犬を嫌う習性を利用し、鹿の警戒声と犬の鳴き声を組み合わせた「忌避音」を考案しました。

効果と慣れの検証

忌避音の効果と慣れの影響を検証するため、営業列車に忌避音を吹鳴するスピーカーとビデオカメラを設置し、忌避音を吹鳴した場合と吹鳴しなかつ

た場合とで、列車の前方に現れた鹿の行動にどのような違いがあるか調べました(図1)。

忌避音の吹鳴方法は、できるだけ早く鹿を線路上から遠ざけるため、警笛のように鹿を見つけてから吹鳴するのではなく、鹿が出没しそうな区間をあらかじめ設定し、その区間内を吹鳴しながら走行することとしました。

忌避音の音圧レベルは、見通しのよい直線区間で約400m先の鹿が聞き取れる程度とし、1m離れた位置で約90dBに設定しました。

鹿の目撃回数の低減

夜間に走行する列車では、運転士から鹿を見ることが出来る範囲は、前照灯の光が届く約100m先までですが、さらに遠くの鹿が忌避音に反応して線路から遠ざかれば、鹿を目撃する頻度が減少すると考えられます。そこで、同じ区間を同じ時間に運行する列車において、1週間おきに忌避音を吹鳴する場合と吹鳴しない場合を交互に2回ずつくりかえし、列車の前方に鹿を目撃した回数を比較しました。その結果、忌避音を吹鳴した場合の鹿の目撃回数は、吹鳴しない場合と比較して約45%少ないことがわかりました(図2)。

鹿の行動変化

次に、列車から目撃した鹿の行動が忌避音の有無によってどのように変化

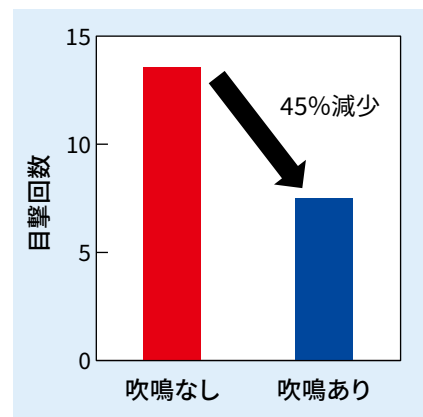


図2 列車走行100kmあたりの鹿の目撃回数

するか調べるため、鹿の行動を解析しました。その結果、列車の前頭から見えた瞬間の鹿の行動が、図3に示す、すでに逃げ始めている(逃走)、静止して列車の方を向いて注視している(注視)、警戒する姿勢を示していない(無反応)の3つのパターンに分類されました。このうち、逃走の場合は、衝突事故や、衝突事故には至らなかったものの急ブレーキでぎりぎり回避したような事象(危険事象)が発生する割合が低いことがわかりました(図4)。

これを、忌避音を吹鳴しているときとしていないときと比較すると、忌避音を吹鳴しているときは、逃走の比率が高いことが示されました(図5)。さらに、忌避音の吹鳴の有無にかかわらず注視が約半数を占めましたが、その



図3 列車の前頭から見た瞬間の鹿の行動分類

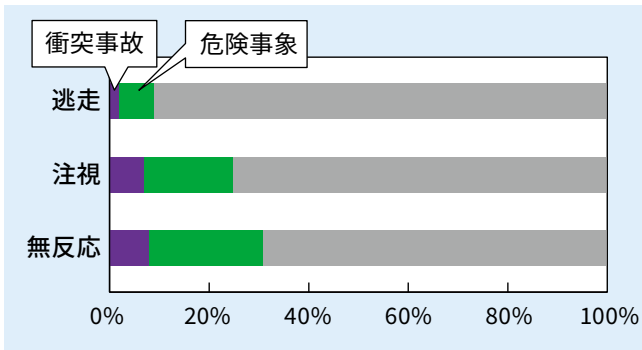


図4 鹿の行動分類別の衝突事故・危険事象の発生割合

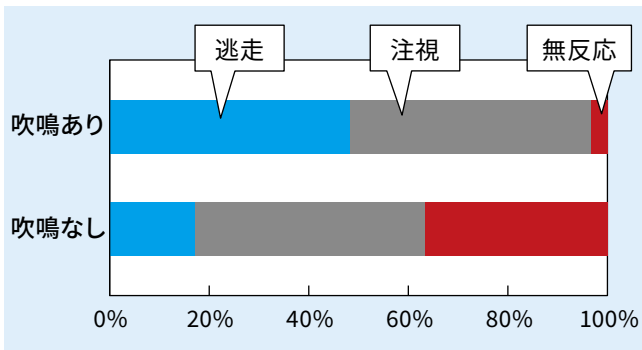


図5 忌避音吹鳴有無による鹿の行動分類の比較

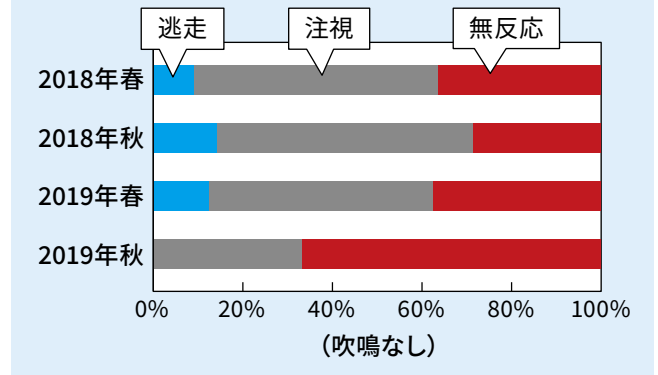
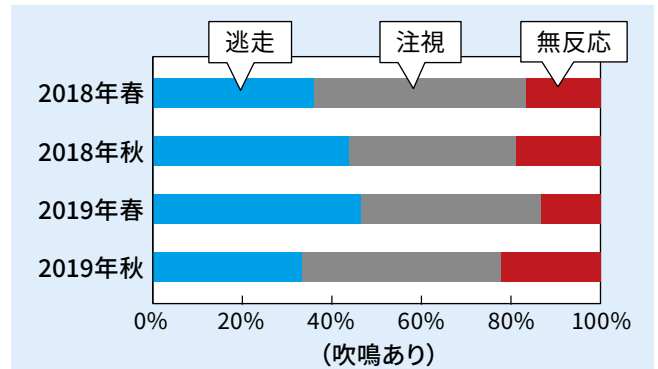


図6 鹿の行動分類の比較による慣れの検証

後、逃走行動を開始した時の列車と鹿の距離を比較すると、忌避音吹鳴時の方が、より距離が離れている段階で逃走を開始していることがわかりました。衝突事故や急ブレーキをかける機会を減らすためには、鹿が早期に逃走することが重要ですが、これらの結果から、忌避音には鹿を早期に逃走させる効果があることが示されました。

慣れの検証

鹿は警戒心が強く、どのような対策であっても環境の変化を敏感に察知し、行動を変えるため、対策を実施した直

後には一定の効果が見込まれます。しかしながら、いったん身に危険がおよばないことを学習すると、いわゆる「慣れ」により警戒心が薄れ、対策の効果が弱まっていきます。そのため、慣れに対する検証は、同じ場所で同じ方法の試験を繰り返し実施することが必要です。そこで、同じ線区で2年間にわたり、鹿の活動が活発になる春と秋の約1か月間ずつ計4回、同じ時間に走行する列車から同じ区間で忌避音を吹鳴する試験を実施し、列車前方に現れた鹿の行動を解析しました。その結果、

忌避音の吹鳴に対する鹿の行動は同様の傾向を示し、慣れによる効果の低下は確認されませんでした(図6)。忌避音が鹿の習性を利用していることに加え、列車から吹鳴することにより、忌避音と列車の接近による身の危険が結びつけられていることが、慣れを抑えていると考えられます。

車載型自動吹鳴装置の開発

忌避音を日常的な対策として利用するためには、吹鳴が必要などころでは積極的に吹鳴する一方で、慣れ対策や

周辺環境への配慮の観点から、吹鳴を必要としない市街地や、鹿の出没が少ない日中時間帯は吹鳴しないなど、きめ細かな吹鳴を行うことが重要です。しかし、鹿対策が必要な線区にはワンマン線区も多いことから、運転士の負担を増やさないようにすることも求められます。そこで、運転士が一切操作することなく、必要なところで自動的に忌避音を吹鳴する車載型自動吹鳴装置を開発しました。

この装置は、衛星測位システムを利用して位置情報を取得し、あらかじめ設定した忌避音吹鳴区間と列車の走行位置を照合して自動的に忌避音を吹鳴します。また、継時的な位置情報の履歴に基づき、進行方向を判別して列車の前位のみを吹鳴する機能や、走行速度を算出して徐行や停車時の吹鳴を停止する機能も備えています。さらに、吹鳴する時間帯をあらかじめ設定し、鹿の出没が多い時間帯に限定して吹鳴することや、吹鳴設定した区間ごとに音量を変更することもできます。そのほか、山間部の一部など、位置情報の取得が不安定になる区間の走行を想定し、位置情報が一定時間取得できなくなった場合にソフトウェアを自動的に再起動する機能も備えています(図7)。

この装置は車内に設置する制御装置、アンプ、衛星信号受信器と、車外に設置するスピーカーで構成されています。そのうち、車内に設置する機器は運転室や助手側の空きスペースに設置できるように小型化しています(図8)。

さらに、車両の多様な運用形態に対応するため、充電式の制御装置とスピーカーを無線接続し、着脱を容易にした簡易型の装置も開発しました。この装置では、運行するごとに取り外して充電する作業が必要になりますが、制御装置に既存のノートパソコンなども活用でき、機器の共用による低コスト



図7 車載型自動吹鳴装置の制御画面

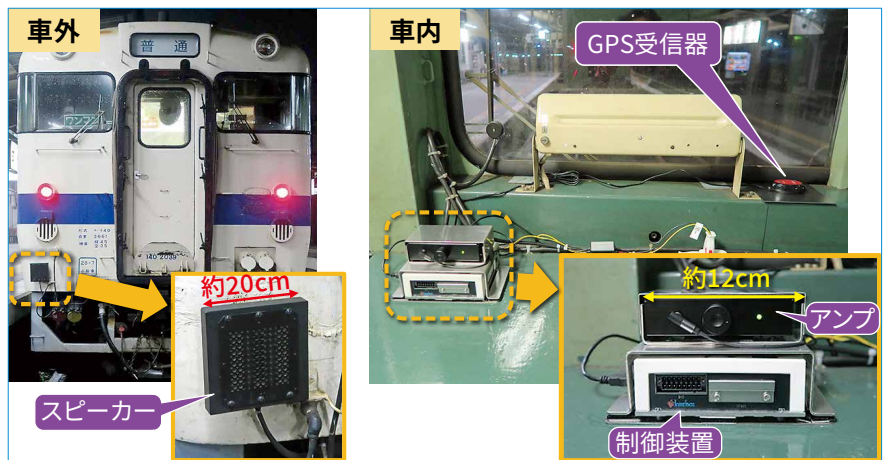


図8 車載型自動吹鳴装置

ト化も可能です。

おわりに

今回は忌避音による対策について紹介しました。しかしながら、野生動物に対する対策は一筋縄ではいかず、個々の対策手法の効果を高めることはもとより、鹿侵入防止柵や、徐行区間や余裕時分の設定など、さまざま対策と組み合わせて相乗的に効果を高めていくことも必要不可欠であると考えます。

今後は、さらに長期的な慣れに対する検証と、より信頼性の高い車載型自

動吹鳴装置の開発を進めていく計画です。

なお、今回紹介した内容の一部には一般社団法人北海道開発技術センターとの共同研究の成果を含みます。[RRR]

文献

- 1) 志村稔, 潮木知良, 京谷隆, 池畑政輝: 鹿の行動特性を利用して事故対策を行う, RRR, Vol.74, No.3, pp.28-31, 2017
- 2) 志村稔, 潮木知良, 池畑政輝: 鹿忌避音装置の開発, 鉄道総研報告, Vol.35, No.2, pp.41-46, 2021