

(原著論文)

圧縮空気を用いたシカの防除品エアアタック装置の 開発とその効果

新井一司¹・近藤穂高²・会田秀樹¹

¹ 東京都農林総合研究センター

² 現 東京都三宅支庁

摘 要

圧縮空気を用いた物理的刺激によるシカの防除品，エアアタック装置を試作した。飼育シカで試したところ，防除効果は，およそ1ヵ月間継続した。小型軽量に改良したエアアタック装置は，装置前方1.5mの範囲において飼育シカに対して防除効果が認められた。広域防除を目的として，エアアタックを無条件刺激，超音波を条件刺激として試験した結果，恐怖条件付け学習が成立した。しかし，エアアタック装置の停止後10時間30分で，恐怖条件付け学習が喪失したため，超音波を併用したシカ防除効果範囲の拡大は困難である。広域を防除するには，エアアタック装置とシカを誘導するための簡易な柵などを併用した工夫が必要であると考えられる。

キーワード：ニホンジカ，被害対策，圧縮空気，動物被害

簡略表題：圧縮空気を用いたエアアタック装置の開発

東京都農林総合研究センター研究報告 16 : 1-7, 2021

2020年10月27日受付，2021年1月5日受理

緒言

東京都で2010年度までの5年間に再造林した面積は、175haにのぼる。この間、都内のニホンジカ（以下、シカ）は、管理捕獲などにより低密度化し、土砂流出に至るような摂食型の激害地はなくなった（新井・中村（2018））。それでも、近年、シカの生息分布が拡大している八王子市など（Hata et al. (2018)）の再造林地では、オスジカの角こすりによって植栽木が剥皮害を受けるため、10月頃にオスジカを寄せ付けないことが重要である。このようなシカの生息密度が低い再造林地において、コストのかかるシカ侵入防止柵（以下、シカ柵）や単木ネットなどの物理的構造物以外で、多摩地域の急傾斜地に適した防除技術は確立されていない。音や光、臭いによる防除品が市販されているが、いずれもシカが慣れると防除効果が落ちてしまう。市販品にはない有望な防除手段としては、物理的な刺激があげられる。そこで、圧縮空気を用いた物理的的刺激によるシカの防除品、エアアタック装置を試作し、その効果を検証した。

方法

1. エアアタック装置によるシカ防除効果の検証

シカが恐怖を感じる刺激であり、かつ林地でのヒトへの安全性に配慮して、防除品は、焦電式熱感知センサーにより2.0m以内に近づいたシカを感知し、コンプレッサーを用いて圧縮した空気（以下、エア）を吹き付ける方式とした（1号機、図1）。近づいたシカに対し、的確に高圧のエアを当てるために筒状の塩ビパイプをセンサー前に配置してセンサーの検出範囲を

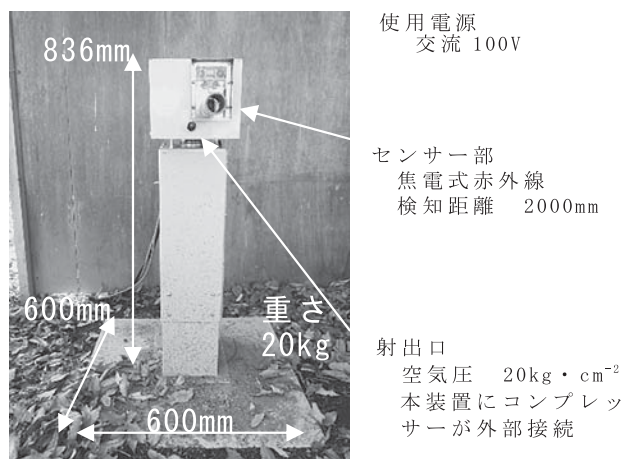


図1 エアアタック装置（1号機）の外観

8.5°に狭めるとともに、距離センサーを併用した。防除品および給餌箱の配置は図2のとおりである。供試シカは、東京都農林総合研究センター青梅庁舎で飼育する2頭のシカ（去勢雄，雌各1頭）とした。試験期間は2014年7月28日～9月14日とし、飼育管理は、毎朝10時に飼料、アルファルファヘイキューブ（HC）をエサ場①に設置した給餌箱に投入し、15時に給餌箱に残った飼料量（残飼量）から飼料摂取量を測定した。一日あたりの飼料給与量は、2頭のシカの飽食となるように4.5kgとした。その後、残った飼料を給餌箱に戻しエサ場②に移動させ、翌朝10時に再び給餌器の残飼量を測定した。この間、防除品付近をビデオカメラで連続撮影した。この飼育管理は、シカを環境に馴致させるため試験開始2週間前から実施した。射出したエアのシカへの命中が確認された日以降は、防除品の動作を止めて、同様の飼育環境を維持した。

2. エアアタック装置の小型軽量化と防除範囲の拡大

1号機により、エアアタック装置による防除効果が示されたが、本機はコンプレッサーを装着したため、100Vの電源が必要で、重量も約20kgと重かった。そこで、林地へ運搬できるよう小型軽量化した2号機を製作した（図3、表1）。2号機には、エア供給のためのエアタンクが必要となり、高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号）で規定されている空気圧 $10\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$

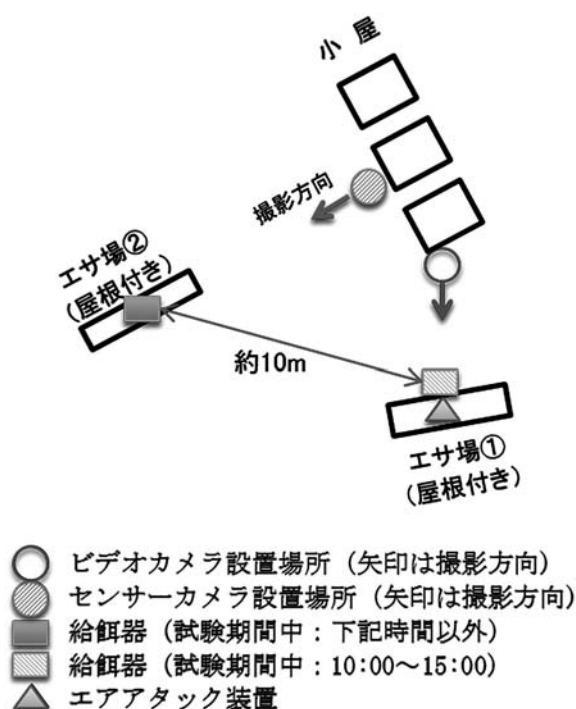


図2 シカ飼育場配置図

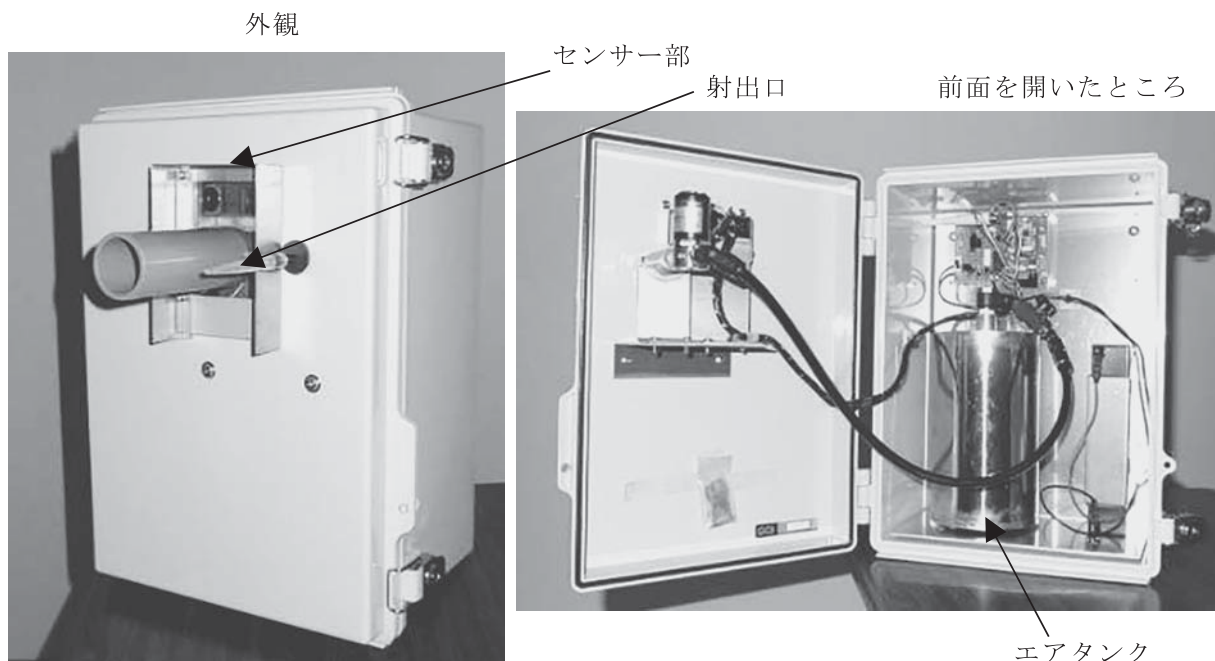


図3 小型軽量化したエアアタック装置（2号機）

表1 エアアタック装置の比較

	1号機	2号機
電源	交流 100V	直流 12V（バッテリー駆動）
空気圧	20 kg・cm ²	10 kg・cm ²
エアの供給	外部接続されたコンプレッサーから順次補給	ステンレス製エアタンク（内容量：1.1L）
射出回数	無制限	1回の補充で3回まで
エア到達距離	約3m	約1.5m
重量	20kg	5.7kg
サイズ（mm）	600（W）×836（H）×600（D） このほかにコンプレッサーが必要	280（W）×350（H）×300（D）
林地への設置	不可	可

以下の仕様とした。センサー範囲は、装置前方 1.5m の直線状であり、風速は、装置前方 1.6m で 1.6 m・s² であった。この 2 号機の防除範囲を明らかにするため、前述の飼育シカ 2 頭を用いて試験を行った。防除品の周囲に格子状の座標点を 2 m 間隔で計 15 点設置し、座標点の上 HC を 1 個ずつ配置した（図 4）。エアアタックを作動させた 2015 年 10 月 14 日の前に 5 日間の馴致期間を設け、HC の給与は毎日 14 : 30 に行い、試験エリア以外では飼料を給与しなかった。

空気圧が 1 号機よりも低下したため、エアのみでは効果範囲が狭くなることが予想された。そこで、2 号機の効果拡大を図るため、エアアタックと超音波を併

用し、シカに恐怖を引き起こすエアアタックを無条件刺激、また超音波を条件刺激として恐怖条件付けを行うことにより、条件刺激である超音波単独によるシカの防除効果を検討した。2016 年 8 月に、前述の飼育シカ 2 頭を用い、2 号機と超音波装置（DEER GARD, Bird-X 社製）をセンサー範囲が重なるように設置した。ただし、先に条件刺激を与えられるよう超音波のセンサー範囲が 2 号機のセンサー範囲より 10cm 程度広くなるように設定した。センサー範囲である装置前 1.5m 地点に餌場 X を設けた（図 5）。誘引物質として、5 頭の HC を毎日 14:30 に餌場 X へ配置した。また、シカ 2 頭の HC 自由摂取量の半量を満たすため、餌場 X から離

結果と考察

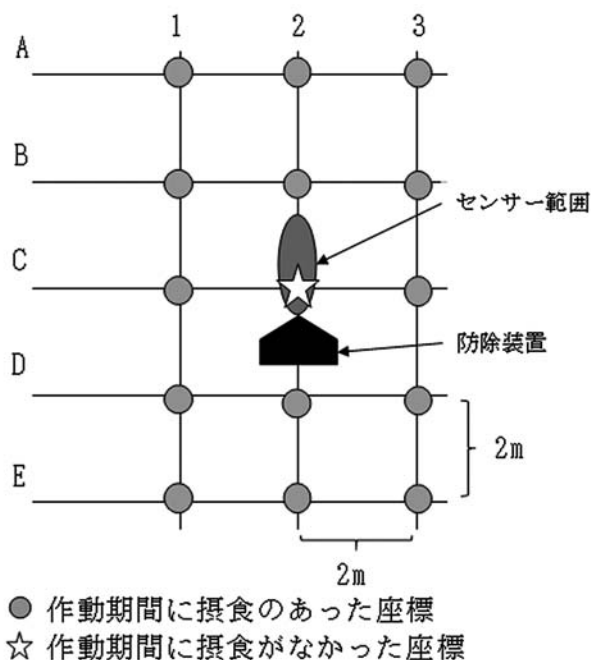


図4 2号機の防除範囲

れた位置に設置した餌場YへHC 1.5 kg/日を給与した。各試験期間を表2のとおり設定し、餌場XのHCに対するシカの摂食の有無を毎日記録した。

3. 再造林地での試験

シカ被害が生じている再造林地において、2号機を配置し、野生シカの反応を把握した。2013年にスギ・ヒノキ・広葉樹を再造林した八王子市上恩方の林地、面積8.4haにおいて、オスシカによる剥皮害が集中する2016年9月から12月にかけて、シカが多く利用していると推定された1地点に3台の2号機を設置した。装置3台の中心に塩混じりの土(塩：土=1：5、塩は500cc使用)をシカの誘引として配置し、エアがシカの顔に当たるように調整するとともに、周囲に設置したセンサーカメラ4台で撮影した。

1. エアアタック装置によるシカ防除効果の検証

試験を開始して5分後、エサ場①に近寄ったシカに防除品が反応し、シカが逃げる様子が観察された。さらにその127分後、再びエサ場①に近寄ったシカに防除品が反応し、シカにエアが命中してシカが飛び上がって逃げる様子が観察された。カメラによる観察と、エサ場①での飼料の消費量が0になったことから、シカの身体にエアが命中した日以降、2頭のシカがエサ場①に近づかなくなることが明らかになった(図6)。夕から翌朝にかけては、エアが命中して以降もエサ場②に設置した同じ給餌器から飼料を摂取することから、防除品あるいは防除品が設置された位置を警戒していると推察される。シカが再びエサ場①の給餌器の飼料摂取を再開したのは、エアが命中した25日後であり(図6)、防除品の効果は、エアが命中すれば1ヵ月程度維持されるといえる。

2. エアアタック装置の小型軽量化と防除範囲の拡大

馴致期間では、すべての座標点でHCの摂食が認められ、シカは環境に十分馴致された(表3)。作動期間1日目(2015年10月14日)、センサーカメラの画像から、シカ1頭が座標点C2でエアアタックを1回受けたことが確認された。その後、エアアタック装置前の座標C2におけるHCの摂食は継続して認められなかった(表3)。また、C2以外の座標点では、作動期間の3日間全てで、HCの摂食が認められた。一方、エアアタックの圧縮空気が届かないエリアでは継続して摂食が確認されている。このことから、エアアタックの防除効果は圧縮空気が届く範囲に限定されることが示唆された。



- 1 : エアアタック
- 2 : 超音波
- 3 : 餌場 X

図5 超音波を併用した試験配置

表2 超音波を併用した試験工程

		エアアタック	超音波	目的
馴致期間	8月7日 14:30	OFF	OFF	試験環境への馴致
	8月12日 14:20			
学習期間	8月12日 14:30	ON	ON	エアアタックと超音波の 連合学習
	8月18日 14:20			
効果測定 期間	8月18日 14:30	OFF	ON	連合学習後の超音波単独 でのシカ防除効果の測定
	8月22日 14:20			

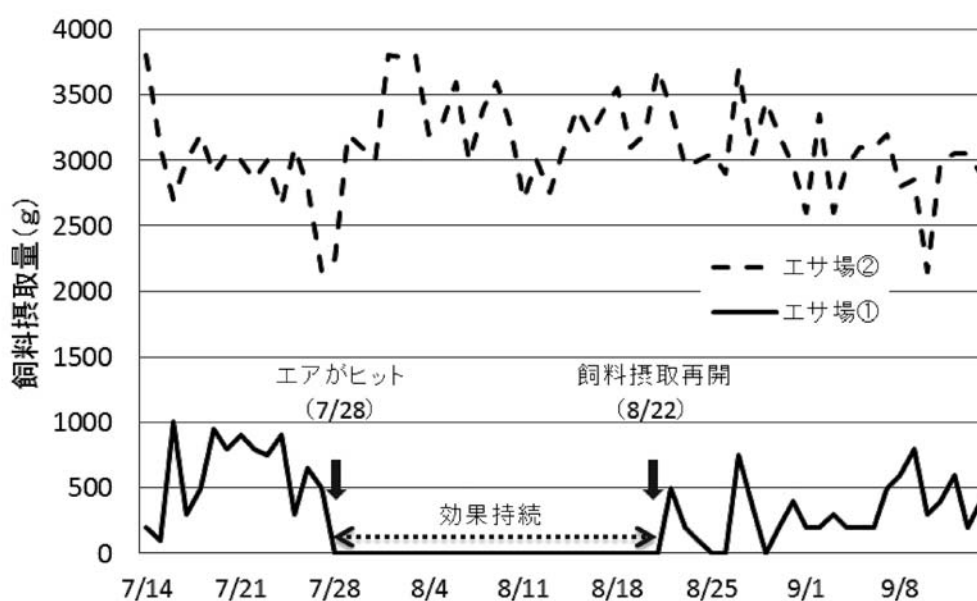


図6 1号機における試験期間中の飼料摂取量

表3 2号機における飼料摂取の有無

座標点	馴致期間					作動期間		
	10/9	10/10	10/11	10/12	10/13	10/14	10/15	10/16
A1~3	×	×	×	×	×	×	×	×
B1~3	×	×	×	×	×	×	×	×
C1	×	×	×	×	×	×	×	×
C2	×	×	×	×	×	○	○	○
C3	×	×	×	×	×	×	×	×
D1~3	×	×	×	×	×	×	×	×
E1~3	×	×	×	×	×	×	×	×

×：摂食あり，○：摂食なし

表4 各試験期間における飼料摂取の有無

	装置の状態		HC摂食					
	エアアタック	超音波	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
馴致期間	OFF	OFF	×	×	×	×	×	
学習期間	ON	ON	○	○	○	○	○	○
効果測定期間	OFF	ON	×	×	×	×	×	

×：摂食あり，○：摂食なし

超音波を併用した防除効果試験では、馴致期間においてシカが餌場XのHCを毎日摂食したため、シカの試験環境への馴致は完了したと判断した（表4）。その後6日間の学習期間で、超音波の音刺激のみでシカが逃避行動を起こすことを目視により、毎日確認した。シカによる餌場XのHC摂食も認められなかったことから、シカはエアアタック×超音波の恐怖条件付け学習を獲得したことが示された。効果測定期間では、期間の開始（エアアタックの停止）から10時間30分後に餌場Xでシカが初めてHCを摂食した。その後、シカは餌場XのHCを毎日摂食した。エアアタック×超音波の恐怖条件付けの連合強度が約半日で大きく減弱した要因は、無条件刺激の強度の低さ、および条件刺激のみの呈示の繰り返しによる記憶消去、すなわち何度も条件刺激のみ呈示していく中で条件反応が減少していく現象であったと考えられる。シカは、エアアタック×超音波の恐怖条件付け学習を獲得したが、無条件刺激として用いたエアアタックの停止後10時間30分で、その連合学習を喪失した。従って、超音波とエアアタックを併用した防除品の空間的・時間的効果範囲の拡大は困難である。

3. 再造林地での試験

2号機をセットしたその日の夕方、アナグマにエアが的中した。その後、装置周辺でシカは1頭も撮影されなかったため、設置8日後、10m下の別の地点に装置一式を移動した。23日後、シカ誘引用の塩混じりの土に更に塩を追加し、2号機を3台から2台に変更した翌日の朝、装置から5m離れた位置までシカ4頭が近寄ったが、その後、これより内側に近づかず、警戒していた。初めて塩混じりの土を摂食に来たのは、子ジカであり、装置を設置してから、摂食するまで33日かかった。しかし、エアは、装置の電圧不足により

発射されなかった。その後、子ジカに連れ添う母ジカも土を摂食したが、他のシカは、半径5mより遠方から2頭の行動を見ているものの近づくことはなかった。

エアアタック装置は、シカに的中すれば防除効果があると推定されるが、野生のシカの警戒心は強い。加えて、超音波を併用したシカ防除効果範囲の拡大は困難である。広域を防除するには、シカが頻繁に利用している再造林地の外周の立木の一部に防風ネットなどを取り付けて侵入してくるシカを誘導し、その先にエアアタック装置を配置するなどの工夫が必要であると考えられる。

謝辞

本試験に際し、森林所有者、公益財団法人東京都農林水産振興財団花粉対策室ならびに農林総合研究センター畜産技術科職員諸氏、また英文については農林総合研究センター緑化森林科畑尚子氏にご協力頂いた。ここに深く感謝する。

引用文献

- 新井一司・中村健一（2018）シカ生息密度が低下した東京都奥多摩町多摩川北岸域におけるシカ食害率の検証. 関東森林研究 69(2):171-174.
- Hata S, Konishi S, Yoshioka S, Arai K, Mizoguchi Y (2018) Identification of origin of sika deer (*Cervus nippon*) in recently expanded habitat areas in Tokyo Metropolis based on mitochondrial D-loop sequences. 関東森林研究 69(2):167-170

Development of air compressor equipment for deterring sika deer (*Cervus nippon*)

Kazushi Arai¹, Hotaka Kondo², Hideki Aita¹

¹ Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center

² Tokyo Metropolitan Miyake Island Branch Office

Abstract

A prototype device using compressed air was developed to prevent feeding damage by sika deer. The control device comprises a physical stimulus in the form of compressed air, which is directed towards sika deer. The control device induced avoidance behavior in human-reared sika deer for a period of approximately one month. An improved version of the device, which is smaller and lighter, prevented the approach of human-reared sika deer from a distance of 1.5 m. To deter sika deer over a wide area, the compressed air device (conditioned stimulus) and supersonic waves (unconditioned stimulus) were used in combination. Consequently, fear conditioning was established, but it was lost 10 hours and 30 minutes after ceasing the use of compressed air. The likelihood of expanding the area of deterrence using supersonic waves is considered to be difficult.

Keywords: sika deer, damage control, compressed air, animal damage

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center 16: 1-7, 2021

* Corresponding author: k-arai@tdfaff.com