

牧場採草地に設置した2段張り電気柵のニホンジカ侵入防止効果

高山耕二^{1*}・内山雄紀^{1a}・石井大介^{1b}・赤井克己²・廣瀬 潤³・
片平清美³・伊村嘉美³・中西良孝¹

¹鹿児島大学農学部家畜管理学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

²タイガー株式会社 〒565-0822 大阪府吹田市

³鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 〒895-1402 薩摩川内市入来町

The Effect of Fences with 2-stage Electric Wires on Sika Deer (*Cervus nippon*) Invasion on the Meadow in Livestock Farm

Koji Takayama^{1*}・Yuki Uchiyama^{1a}・Daisuke Ishii^{1b}・Katsumi Akai²・Jun Hirose³・
Yoshimi Katahira³・Yoshimi Imura³ and Yoshitaka Nakanishi¹

¹ Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture,
Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima-shi 890-0065

² Tiger MFG Co., LTD. Suita, Osaka 565-0822

³ Iriki Livestock Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Satsumasendai-shi,
Kagoshima 895-1402

Summary

The present study was conducted to develop the effective techniques for preventing sika deer (*Cervus nippon*) invasion on the meadow. We investigated the behavioural response of the domesticated deer to fences with 2-stage electric wires (no electricity) and the effect of those (electricity) on the invasion on the meadow. (1)The 7 deer used for this study were very cautious against electric wires (no electricity) fixed at the heights of 0-60cm (stage 1) and 60-120cm (stage 2). Five of them touched the wires with their lips, and eventually, the rest passed between 0-60cm wires. This exploratory behaviour was observed on only stage 1 (60cm) wires. (2)The 3 kinds of electric fences (stage 4 wires at the height of 140cm, stage 2 wires at the height of 120cm and stage 2 wires at the height of 90cm) set around the meadow were more effective in preventing the sika deer invasion than the 175cm fence composed of synthetic fiber and wire nets. In the case of fences with 2-stage wires, the arrangement at the heights of 0-45cm (stage 1) and 45-90cm (stage 2) was effective in preventing the sika deer invasion on the meadow in livestock farm.

These findings indicated that both stage 4 wires at the height of 140cm and stage 2 wires at the height of 90cm were effective in preventing the sika deer invasion on the meadow in livestock farm, and the latter had lower costs and labors as fencing than the former.

Key Words: preventing sika deer invasion, electric fences, *Cervus nippon*, meadow

キ - ワ - ド : シカ害防除, 電気柵, ニホンジカ, 牧場採草地

緒 言

野生鳥獣による農産物被害は中山間地域を中心に年々深刻化しており, 被害防止法の確立が緊要な課題となっている (江口ら, 2002; 農林水産省, 2007). 鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 (以下, 入来牧場: 薩摩川内市入来町浦之名大谷) では, 年間を通じて夜間, ニホンジカ (以下, シカ: *Cervus nippon*) が採草地に侵入し, 牧草の盗食を繰り返している (高山ら, 2008a) (第1図).

2008年12月10日 受理

* Corresponding author. E-mail: takayama@agri.kagoshima-u.ac.jp

^a 現在: 愛知県畜産総合センター

^b 現在: 鹿児島大学農学部附属農場入来牧場



第1図 牧場採草地に侵入した野生シカ
(入来牧場内採草地)

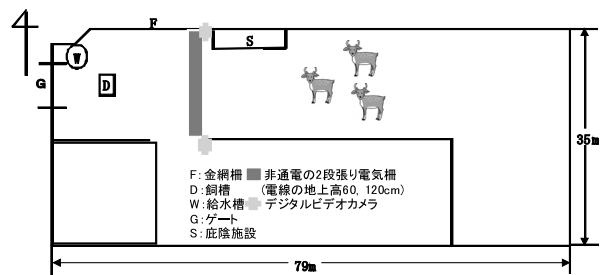
2～3月のピーク時には一晩に200頭近いシカの侵入が確認されており（高山ら，2008a），その結果，採草地において秋から春にかけて栽培されるイタリアンライグラス（*Lolium multiflorum* Lam.）の生産量は低下し，肉用牛飼養に甚大な被害が及んでいる。

農地へのシカ侵入防止については，ネットや金網など物理的防護柵や電気柵の設置，忌避剤の利用などが行われている（井上・金森，2006）.中でも，電気柵は通電状態の電線にシカが接触することで強力な電気（嫌悪）刺激による痛みを忌避（罰）学習させるものであり，シカのみならずサルやイノシシなど他の獣害対策に広く利用されている（農林水産省農林水産技術会議，2006）.小野山ら（1990）はエゾシカによる農作物被害の実態と防除法についてアンケート調査を行い，網，爆音器，忌避剤に比べ，電気柵による防除効果が大きいと報告しており，高山ら（2008b）も4段張り電気柵（電線の地上高：30，60，100および140 cm）を採草地周囲に設置したところ，物理的防護柵（金網・ネット併用柵：地上高175 cm）に比べシカ侵入防止効果が顕著であったと報告している。しかしながら，草地など広範囲な面積における電気柵の利用には，資材費（4段張り電気柵の場合，1,000 m当たり約40万円：タイガー株式会社試算）に加え，設置と下草管理に時間と労力を費やすことから，それらを低減することが重要である。一般に，シカ用電気柵の設置に関して，高さは150 cm程度，電線は4段張り以上が推奨されている（井上・金森，2006）ものの，科学的な根拠は明確にされていない。2段張り電気柵を設置した場合，1,000m当たりの資材費は4段張り電気柵に比べ30～40%節減され，設置に費やす時間も大幅に低減することが期待される。

そこで本研究では，採草地における省力かつ効果的なシカ用電気柵の設置方法の開発を目的とし，まず新奇障害物として非通電の2段張り電気柵を提示した場合の飼育シカの行動反応を明らかにし，次に採草地での通電した2段張り電気柵の設置が野生シカの侵入に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

1. 非通電の2段張り電気柵に対する飼育シカの行動反応
試験は2006年9月15日に鹿児島県薩摩川内市における個人所有のシカ飼育場でこれまで電気柵に対する視覚的・嗅覚的・触覚的経験のない1歳以上の成シカ7頭（1，6，頭部高80～100 cm）を用いて行った。飼育場内における飼槽の手前約5mの地点でシカと飼槽を遮る形で，非通電の2段張り電気柵（電線の地上高：60,120 cm）を設置した（第2図）。シカが目視できる形で飼料を提示し，電気柵（非通電）に対するシカの行動をデジタルビデオカメラにより6時間45分（19:00～1:45）録画した。ビデオカメラで録画したシカの行動から電気柵への接近状況（柵から2および7mの距離に近づくまでに要した時間），電線に対する探索行動（認知手段および電線への接触開



第2図 シカ飼育場の概要

始までに要した時間・接触回数），飼槽側への侵入（侵入個体数，侵入に要した時間および侵入方法）について個体毎に調査した。

2. 通電した2段張り電気柵による採草地への野生シカの侵入防止効果

2006年11月7日～2007年4月26日にかけて，4つの採草地A～D（いずれもイタリアンライグラスを10月に播種）を用いて，試験を行った。周囲に物理的防護柵（地上高175 cmの金網・ネット併用柵）（高山ら，2008 a）を設置した採草地Aを対照区（約8 ha）とし，採草地B～Dの周囲には直径2.2 mmの青色電線を用いて，4段張り電気柵（電線の地上高：30,60,100および140 cm）を設置した慣行区（約7 ha），2段張り電気柵（電線の地上高：60および120 cm）を設置した60-120区（約3 ha）および2段張り電気柵（電線の地上高：45および90 cm）を設置した60-120区（約3 ha）を2006年11月7日～同年11月22日にかけてそれぞれ設けた。慣行区，60-120区および45-90区には，ソーラー式電柵器（TAK-4300DC1-SL，タイガー株式会社製）から瞬間電圧3,000 V以上のパルス電流による通電を行った。

2006年11月から翌年4月にかけての各区へのシカ侵入頭数をライトセンサ法（20:00～21:00）（田名部ら，1995）により，月1～2回，計8回調査するとともに，早朝（6:00～7:00）の肉眼観察による調査を計19回行った。さらに，慣行区，60-120区および45-90区では電気柵の破損状況（電線の弛みや断線の有無）をほぼ1週間毎に37，31および25回調査した。

3. 統計処理

得られたデータのうち，ライトセンサおよび早朝の肉眼観察時における採草地へのシカ侵入頭数について，一元配置分散分析による比較を各区分で行った。

結果および考察

1. 非通電の2段張り電気柵に対する飼育シカの行動反応
非通電の2段張り電気柵に対する飼育シカの行動反応を第1表に示した。電気柵の設置直後，飼育シカ7頭は柵から7m以内に接近し，電気柵を新奇障害物として強く警戒する様子が観察された。うち2頭（個体No.1および2）は試験終了時まで電気柵から2m以内に近づくことなく，電気柵や他の個体の行動を目視するのみであった。

第1表 非通電の2段張り電気柵¹⁾に対する飼育シカの行動反応

個体 No.	性別	電気柵への接近 ²⁾		電線への探索行動			飼槽側への侵入	
		7m以内 (分)	2m以内 (分)	目視 ³⁾ (回)	接触開始 (分)	口唇による接触回数 1段目(60cm) 2段目(120cm)	侵入時間 ⁴⁾ (分)	侵入方法 通過箇所
1		2	接近なし					
2		2	接近なし					
3		1	1	18	2	1	0	侵入なし
4		1	322	9	350	3	0	侵入なし
5		1	323	5	357	4	0	侵入なし
6		1	1	17	1	9	0	2 通り抜け 地面～1段目の間
7		2	2	7	159	32	0	358 通り抜け 地面～1段目の間

¹⁾ 電線の地上高60および120 cm.

²⁾ 電気柵設置後、飼育シカが接近し、その前肢が柵から7および2mの範囲内に初めるまでの経過時間を示す.

³⁾ 電気柵から2m以内の範囲内で目視に伴い、頭部を上下させた回数を示す.

⁴⁾ 飼育シカの後肢が電気柵を越え、飼槽側に入った時間を示す.

一方、残りの5頭（個体 No.3～7）については、電気柵から2m以内に接近（試験開始1～323分後）した後、頭部を上下しながら2本の電線を目視（5～18回）し、続いて口唇を使った電線への接触（1～32回）を試みる一連の行動が観察された。電線への接触は地上高60 cmに設置した1段目の電線に集中しており、口唇先端部での電線への軽い接触が最初にみられ、その後、上下の口唇で電線を挟み、強く引っ張る行動も観察された。口唇による探索行動が多くみられた No.6および7については、試験開始からそれぞれ2および358分後に地面と1段目の電線の間を注意深く通り抜ける様子が観察された。残りの3個体については、口唇による電線への接触が観察されたものの、その回数は少なく、電線に対する強い警戒心が認められ、試験終了時までには飼槽側に侵入することはなかった。

高山ら（2008b）は非通電の4段張り電気柵（電線の地上高：30，60，100および140 cm）を飼育シカに提示した場合、シカが強い警戒心を示すと同時に、口唇を使った電線への探索行動を繰り返すことで提示された新奇障害物（電気柵）の安全性を確かめる様子を観察しており、2段張り電気柵を飼育シカに提示した本研究でも同様な行動が認められた。シカの口唇は他の部位（前頭部、背部、腹部および右前肢）よりも電気刺激を感受し易い（通電し易い）ことが明らかにされており（高山ら，2008b），本研究の結果から、採草地周囲に通電した2段張り電気柵を張った場合、野生シカは飼育シカと同様な探索行動を示し、その結果、口唇を介して強い電気刺激を受ける可能性が高いと推察された。

また、高山ら（2008b）は非通電の4段張り電気柵の場合には、飼育シカの探索行動は地上高60 cmの電線に対するものが最も多く、次いで30 cm，100 cmの順であり、シカは最終的に30 cmと60 cmの電線間を通り抜けたと報告している。シカは高い跳躍能力を有するものの、防護柵に対しては柵の基部に生じた間隙から通り抜けにより侵入を試みることが明らかにされている（池田，2001；高山ら，2008b）。本研究でも、飼育シカによる電線への探索行動が60 cm（1段目）に対してのみ行われ、飼槽側

に侵入したシカはいずれも1段目の電線の下を通り抜けた。このことから、2段張り電気柵の場合には、1段目を地上高40～50 cm，2段目を90～100 cm程度と、本研究で飼育シカに提示した電線の地上高60および120 cmよりも若干低く設定することでシカ侵入防止効果がより高まるものと考えられた。

2. 通電した2段張り電気柵による採草地への野生シカの侵入防止効果

対照区，慣行区，60-120区および45-90区への野生シカの侵入状況を第2表に示した。ライトセンサスでは、2006年11月～翌年4月における計8回の調査で採草地内外において延べ351頭のシカの出現が確認され、対照区，慣行区，60-120区および45-90区には延べ頭数で45，0，18および2頭のシカの侵入が認められた。一方、早朝に行った肉眼観察（計19回実施）では、延べ頭数で対照区139頭，慣行区5頭，60-120区28頭および45-90区11頭の侵入が確認され、1日当たりの侵入頭数は対照区に比べ電気柵を設置した3区で有意に少なく（ $P<0.01$ ），顕著なシカ侵入防止効果が認められた。

本研究で用いた物理的防護柵（金網・ネット併用柵）と通電した4段張り電気柵（慣行電気柵）の採草地におけるシカ侵入防止効果を比較した高山ら（2008b）は、前者に対して後者の侵入防止効果が顕著であることを明らかにしており、本研究でも同様な結果が認められた。シカの侵入防止を目的とした電気柵の設置に関しては、一般に150cm程度の高さを通り抜けを防ぐために電線を30～40 cm間隔で4段以上張ることが推奨されている（井上・金森，2006）。本研究では、4段張り電気柵を設置した慣行区と同様に、2段張り電気柵を設置した60-120区および45-90区においてもシカ侵入防止効果が認められた。慣行区，60-120区および45-90区では、いずれも30～60 cmの電線を中心とした電線の弛みが頻繁に確認されており（第3表），飼育シカの電線に対する行動反応の結果（第1表）から、野生シカが口唇などで電線に接触したことで弛みが生じ、それと同時にシカは電気刺激を忌避学習したものと推察された。しかしながら、60-120

第2表 2段張り電気柵の設置が採草地へのシカ侵入頭数に及ぼす影響

区 分	調 査 方 法					
	ライトセンサス(n=8) ¹⁾			早朝における肉眼観察(n=19) ²⁾		
	延べ侵入 頭数	最大侵入頭数 (頭/日)	侵入頭数 ³⁾ (頭/日)	延べ侵入 頭数	最大侵入頭数 (頭/日)	侵入頭数 (頭/日)
対照区 ⁴⁾	45	30	5.6±10.3	139	32	7.3±9.3 ^a
慣行区 ⁵⁾	0	0	0	5	3	0.3±0.8 ^b
60-120区 ⁶⁾	18	7	2.3±3.0	28	10	1.5±3.2 ^b
45-90区 ⁷⁾	2	1	0.3±0.5	11	5	0.6±1.6 ^b

^{a,b} P<0.01

¹⁾ 調査は2006年11月30日～2007年4月17日にかけて計8回実施.

²⁾ 調査は2006年11月23日～2007年4月15日にかけて計19回実施.

³⁾ 平均値±標準偏差

⁴⁾ 物理的防護柵(地上高175 cmの金網・ネット併用柵)を設置.

⁵⁾ 4段張り電気柵(電線の地上高:30, 60, 100および140 cm)を設置.

⁶⁾ 2段張り電気柵(電線の地上高:60および120 cm)を設置.

⁷⁾ 2段張り電気柵(電線の地上高:45および90 cm)を設置.

第3表 野生シカによる電気柵の破損状況

慣行区 ¹⁾ (n=37) ²⁾			60-120区 ³⁾ (n=31)			45-90区 ⁴⁾ (n=25)		
電線の 地上高(cm)	線の破損 ⁵⁾ (延べ数)	発生割合 ⁶⁾ (%)	電線の 地上高(cm)	線の破損 (延べ数)	発生割合 (%)	電線の 地上高(cm)	線の破損 (延べ数)	発生割合 (%)
140	11	12	120	23	49			
100	13	14				90	17	30
60	34	36	60	24	51			
30	36	38				45	40	70

¹⁾ 4段張り電気柵(電線の地上高:30, 60, 100および140 cm)を設置.

²⁾ ()内は調査回数を示す.

³⁾ 2段張り電気柵(電線の地上高:60および120 cm)を設置.

⁴⁾ 2段張り電気柵(電線の地上高:45および90 cm)を設置.

⁵⁾ 電線の弛みを示す.

⁶⁾ (各電線の破損箇所の数/電線全体の破損箇所の数)×100

区に関しては、ライトセンサスおよび早朝に行った肉眼観察における延べ侵入頭数、1日当たりの最大侵入頭数、平均侵入頭数のいずれにおいても慣行区および45-90区に比べ多くのシカの侵入が認められた(第1表)。さらに、60-120区に侵入したシカが電線を警戒しながらも地面と60 cmの間をくぐり抜ける様子が2007年2月12日に目撃された(第3図)ことから、2段張り電気柵の場合には、電線の高さを45および90 cmに設置することで侵入防止効果が高まることが示された。



第3図 60-120区より脱柵する雄シカ
(右端の野生シカが電線の下から通り抜けを試みている)

以上より、牧場採草地に設置した電気柵のシカ侵入防止効果は著しく、2段張り電気柵においても、電線の地上高を45および90 cmにすることで4段張り電気柵と同程度のシカ侵入防止効果が得られたことから、設置に係る労力の省力化ならびに低コスト化が図れる可能性が示唆された。

要 約

牧場採草地における省力かつ効果的なシカ侵入防止法を開発することを目的とし、まず非通電の2段張り電気柵に対する飼育シカの行動反応を明らかにし、次に採草地での通電した2段張り電気柵設置が野生シカの侵入に及ぼす影響を検討した。1) 非通電の2段張り電気柵(電線の地上高:60および120 cm)に飼育シカは強い警戒を示した。7頭中5頭で口唇による電線への接触が観察され、口唇を使った探索行動は1段目(60 cm)で多く認められ、2段目(120 cm)では観察されなかった。7頭中2頭が電線に触れた後、地面～1段目(0～60 cm)を通り抜けた。2) 採草地周囲に張った4段張り電気柵(電線の地上高:30, 60, 100および140 cm)ならびに2種類の2段張り電気柵(電線の地上高:60および120 cm, 45および90 cm)

は物理的防護柵（地上高175 cmの金網・ネット併用柵）に比べ高いシカ侵入防止効果を示した。2段張り電気柵では、60および120 cmに比べ、45および90 cmに電線の地上高を設定することでより高い侵入防止効果が認められた。

以上より、牧場採草地に設置した電気柵のシカ侵入防止効果は著しく、2段張り電気柵においても、電線の地上高を45および90 cmにすることで4段張り電気柵と同程度のシカ侵入防止効果が得られ、設置に係る労力の省力化ならびに低コスト化が図れる可能性が示唆された。

謝辞：本研究を遂行するに当たり、試験地を提供するとともに飼育シカの調査の便宜を図って頂いた鹿児島県薩摩川内市の下園孝康氏に深く感謝する。

引用文献

江口祐輔・三浦慎吾・藤岡正博. 2002. 鳥獣害対策の手引2002. 154p. 社団法人 日本植物防疫協会. 東京.
池田浩一. 2001. 福岡県におけるニホンジカの生息および被害状況について. 福岡県森林林業技術センター研究報告. 3: 1-83.
井上雅央・金森弘樹. 2006. 山と田畑をシカから守る

おもしろ生態とかしこい防ぎ方. 134p. 社団法人 農山漁村文化協会. 東京.
農林水産省編. 2007. 平成19年度 食料・農業・農村白書. p.150-151. 財団法人 農林統計協会. 東京.
農林水産省農林水産技術会議 監修. 2006. 農林水産研究開発レポート No.17 「野生動物による農林業被害を防ぐ技術」. 18p. 農林水産省農林水産技術会議事務局. 東京.
小野山敬一・赤川武彦・刈田康雄. 1990. エゾジカによる農作物被害の実態と防除法およびその効果 - アンケート調査 -. 帯広畜産大学研究報告 . 17: 57-67.
高山耕二・内山雄紀・赤井克己・花田博之・伊村嘉美・中西良孝. 2008a. 牧場採草地へのニホンジカ侵入に対する防護柵の影響. 鹿児島大学農学部農場研究報告. 30: 11-14.
高山耕二・内山雄紀・赤井克己・廣瀬 潤・片平清美・伊村嘉美・中西良孝. 2008b. 電気柵設置による牧場採草地へのニホンジカの侵入防止効果. 西日本畜産学会報. 51: 33-38.
田名部雄一・和 秀雄・藤巻裕蔵・米田政明：野生動物学概論. 1995. p.30-51. 朝倉書店. 東京.