

イノシシ用電気柵の設置段階におけるヒューマンエラーの 類型と普及指導による解消効果

藤本 竜輔^{*1)}・竹内 正彦^{*2)}

抄 録：イノシシ進入防止用電気柵の効果を高めるために、柵線、支柱、碍子の設置段階に生じるヒューマンエラーを類型化した。また、普及指導によるエラー解消効果を実証し、効果的な解消方法を検討した。2013年度に電気柵が一斉導入された福島県二本松市の2集落（AおよびB）を調査地とし、A集落のみ定期的な普及指導をおこなった。2014年10月に設置済み電気柵の4mを1線分として、すべての線分（A集落：1,703線分、B集落：2,412線分）のエラーの有無と内容を記録した。計13種類のエラーが記録された。エラーあり線分の出現率は、普及指導を実施したA集落（15%）が、実施しなかったB集落（57%）より有意に低かった（G検定、 $G = 792.291$ 、 $p < 0.001$ ）。両集落のエラー構成は、起伏変化に柵線高を合わせきれずに発生するエラーは共通していたが、地形要因に由来しないエラーはB集落で特徴的に認められた。以上のことから電気柵設置におけるエラーは普及指導によって大幅な低減が期待できること、および起伏変化に応じて発生するエラーは比較的残留しやすいことが示された。

キーワード：獣害対策、電気柵、イノシシ、ヒューマンエラー、普及指導

Types of Human Errors during the Installation of an Electric Fence for Wild Boars and the Error-reduction Effects of Extension Activities : Ryusuke FUJIMOTO^{*1)} and Masahiko TAKEUCHI^{*2)}

Abstract : To increase the efficiency of electric fences to prevent the passage of wild boars *Sus scrofa* into crop fields, we describe the typical human errors during the installation of electric wires, poles, and insulators. Additionally, we consider methods to avoid these errors by examining the effects of Extension activities. The investigation was conducted at two settlements (A and B) in Nihonmatsu City, Fukushima Prefecture, Japan. Electric fences had been introduced concurrently in the city in 2013, and only Settlement A had been advised about the exact ways to set up the fence, at the beginning of 2013. In October 2014, we investigated the presence or absence of errors and their type every 4 m along the entire stretches of installed fences (Settlement A: 1,703 segments, Settlement B: 2,412 segments). We found 13 types of errors in the study area. The occurrence rate of error segments in Settlement A was significantly lower than that of Settlement B (A, 15%; B, 57%; G-test, $G = 792.291$, $p < 0.001$). The type of errors caused by uneven ground occurred in both settlements while errors unrelated to the unevenness of the ground were frequently detected in Settlement B. As is clear from above, we found that human errors during the installation of an electric fence can be significantly decreased by providing appropriate information. Further, errors caused by uneven ground can still occur, even with Extension activities.

Key Words : Wildlife damage management, electric fence, *Sus scrofa*, human error, Extension activities

* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Fukushima, Fukushima 960-2156, Japan)

* 2) 農研機構中央農業総合研究センター (NARO Agricultural Research Center, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan)
2015年7月2日受付、2015年10月27日受理

I 緒 言

イノシシ*Sus scrofa* L.による農業被害に対し農業者が実施可能な対策手法の1つとして、進入防止柵が広く運用されている。進入防止効果が期待できる柵の構造や設置方法、維持管理手法は、さらなる高度化の余地はあるものの、基礎的な技術はすでに完成しているといっよい(江口 2003、本田 2005、小寺 2011、農林水産省生産局 2014)。しかし実際の農作業現場では、様々なヒューマンエラー(単なる使用方法の間違いや過度な省略、以下エラーとする)によって十分な効果が発揮されていない場合が多い(江口 2003、本田 2005)。

このため、資機材の改良とともに、エラー発生要因の解明や、この発生要因をふまえた解消方法の検討がおこなわれている。たとえば本田(2007a)は、進入防止効果を阻害する要因として設置不良および管理不良が存在し、さらにこれらの不良は専門家による助言の有無や組織的活動といったヒューマンファクターによって解消され得ることを示した。九鬼ら(2013)は、効果が期待できる運用の必要条件として、適切な路線設定・適切な設置・適切な維持管理の3つを挙げ、さらに柵の導入時に具体的かつ合理的な維持管理体制について合意を形成しておくことが重要であると述べている。すなわち、進入防止柵の運用には計画・設置・管理の各段階において発生し得る固有のエラーがあり、この解消のために適切な普及指導が効果的かつ不可欠である。こうしたエラーの存在と普及指導の重要性の関係は柵の運用だけにとどまらず、獣害対策全般において共通の構造であろう(井上 1998、井上ら 2004、本田 2007b)。

他方、エラーの発生や解消効果には地域性の問題もある。そのため、他地域で開発・高度化された技術を別の地域に導入する時、導入地域固有のエラー構成や解消効果について検証しておく必要がある。しかしながら地域性の問題を含め、計画・設置・管理の段階別にどのようなエラーがどれだけ発生するのか定量的に示した報告はみられない。また、普及指導によるエラー解消効果は獣害対策の進展において核心となるテーマであると考えられるが、この効果を定量的に実証した例はない。そこで本研究では、進入防止柵として一般的なイノシシ用簡易電気柵において、最も部材量の多い柵線、支柱、碼子に着目し、設置段階に生じるエラーを分類、定量し

た。また、普及指導によるエラー解消効果を示す一例として実証実験をおこない、効果的な解消方法について提示した。

なお本研究の遂行にあたり、二本松市役所、福島県県北農林事務所安達農業普及所、福島県農業総合センターからは事業内容の情報提供や調査地選定についてのご助力をいただいた。A集落ならびにB集落の方々からは快く調査等へのご協力をいただいた。この場を借りて心より御礼申し上げる。

II 方 法

1. 調査地

福島県二本松市の阿武隈川以東に位置する2集落(A集落およびB集落)を調査地とした(図1)。阿武隈高地の標高約300~350mに位置する両集落は、いずれも起伏に富んだ中山間集落であり、県道を挟んで隣接している。この地域では近年になってイノシシによる農業被害が顕在化しはじめたことを受け、2013年秋から2014年春にかけて、農林水産省所管の鳥獣被害防止総合対策交付金を活用し、簡易電気柵の一斉導入事業が実施された。本研究はこの事業によって導入された柵(A集落:延べ6,812m、B集落:延べ9,648m)を調査対象とした。

2. 普及指導

上記の事業を実施するにあたり、電気柵の導入事業に参画した20集落に対して、一般的な設置および

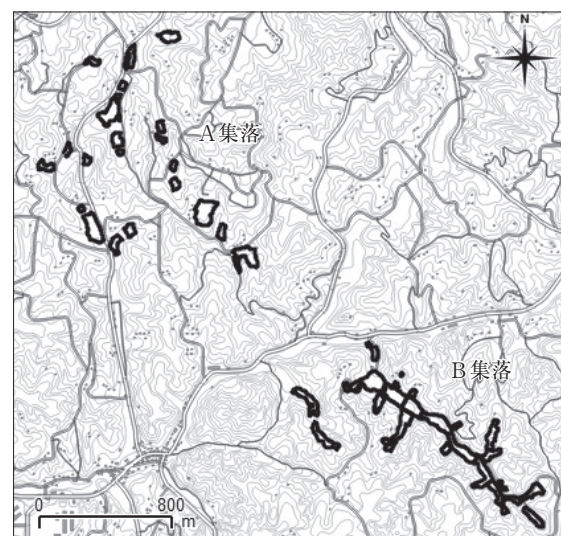


図1 調査対象集落と電気柵の位置

● 電気柵の設置線分
この図は国土地理院提供の基盤地図情報を利用して作成した。

管理の方法についての指導が2013年10月にあり、集落代表者各3名程度が参加した。この時は、柵線の地上高を20cmおよび40cmとすること、碍子を外側に向けること、段差際に設置しないことなどを電気柵メーカーが口頭で解説した。

これに加えてA集落には、筆者が定期的な普及指導を追加した。すなわち、導入事業が計画段階であった2013年4月以降、週1回から月1回ほどの頻度で集落を訪問し、主に集落代表者に対して、電気柵の運用方法を含む獣害対策全般について解説する機会や相談を受ける機会を設けた。また、集落内の協働で実施された電気柵の設置作業の初日（2013年12月1日）に筆者が作業員として参加し、この作業を通じて適切な設置や管理について助言した。こうした介入を計43回おこなった。一方でB集落に対しては、このような介入を調査以前におこなわなかった。調査が終了するまでに両集落に対して上記以外の設置方法に関する普及指導を実施した人員は存在しない。

3. 電気柵設置状況の踏査

2014年10月2～3日にA集落、同4～15日にB集落において電気柵の設置状況を踏査した。踏査では柵線の設置路線を4mごとに分け、1線分として扱った（A集落：1,703線分、B集落：2,412線分）。この理由は、ほとんどの支柱間の距離が4mであったことや、過度に狭い線分を採用すると同一のエラーを重複カウントする可能性が高くなることな

どから、4mが便宜上適当であると考えたためである。線分ごとのイノシシ進入リスクの原因になるエラーの有無と、エラーの内容を記録した。柵線の適正な地上高の範囲は、下段は15～25cm、上段は35～45cm、かつ、上下間が15～25cmとした。なお、本研究で記録対象としたエラーは、集落間で発生率を定量比較できるように、柵線、支柱および碍子に対して「設置段階」で生じるものに限った。したがって、維持管理が困難な路線に設定しているなどの「計画段階」に生じるエラーや、電気柵本器のアース不良などの設置段階に生じるエラーであっても「定量比較が困難なもの」、あるいは除草がされておらず漏電しているなどの「管理段階」に生じるエラーは対象外とした。

Ⅲ 結 果

1. エラーの分類と発生要因

踏査を通じて計13種類のエラーが記録された（表1）。エラーの内容は、(a)～(i)：柵線の高さが不適正であったものと、(j)～(m)：それ以外に大別できた。さらに前者のエラーは発生要因別に、(a)：水路横断箇所に発生したもの、(b)・(c)：ゲート内の起伏横断箇所に発生したもの、(d)・(e)：水路やゲート以外の起伏横断箇所に発生したもの、(f)：段差際に支柱（路線）を設置した箇所に発生したもの、(g)～(i)：上記地形要因が線分内にないものに分けられた。

表1 イノシシ用電気柵の設置段階におけるエラーの類型

記号	類型		発生要因	
	エラーの内容	柵線の状態 ^{a)}	地形要因	起伏と柵線の位置関係
(a)	柵線高の不正	高	水路上	起伏頂点を横断
(b)	柵線高の不正	高	ゲート内	起伏頂点を横断
(c)	柵線高の不正	低	ゲート内	起伏頂点を横断
(d)	柵線高の不正	高	水路やゲート以外	起伏頂点を横断
(e)	柵線高の不正	低	水路やゲート以外	起伏頂点を横断
(f)	柵線高の不正	高	段差際	起伏頂点と並走
(g)	柵線高の不正	高	なし	起伏なし
(h)	柵線高の不正	高(上) ^{b)}	なし	起伏なし
(i)	柵線高の不正	低	なし	起伏なし
(j)	柵外地面の通電障害 (アスファルトなど)	—	—	—
(k)	柵に構造物が隣接	—	—	—
(l)	碍子が内向き	—	—	—
(m)	支柱に碍子なし	—	—	—

a) 下段15～25cm、上段35～45cmの場合、適正な地上高として扱った。

b) 上段のみ適正高より高かったものを示す。

表2 調査線分ごとのエラー数の内訳

集落名	各線分内のエラー数					調査線 分数
	なし	1種類	2種類	3種類	4種類	
A集落	1,450	253	0	0	0	1,703
B集落	1,040	943	392	35	2	2,412

発生要因別に13種類のエラーを分類すると、(a)～(f)：地形要因に由来するものと、(g)～(m)：地形要因と無関係なものに大別することができた。このうち(g)～(i)の、地形要因と無関係に柵線の地上高が不適正になるエラーの発生要因について、B集落の代表者に聞き取りをおこなったところ、「イノシシが入ってこない箇所の柵線は、草刈り作業の効率化のために、わざと高く設定してある」という意図的なものであることがわかった。

2. エラー出現率の集落差

AおよびB集落の調査線分におけるエラー数の内訳を表2に示した。1種類以上のエラーが記録された線分の出現率は、普及指導を実施したA集落(図2a、15%)において普及指導を実施しなかったB集落(図2b、57%)よりも有意に小さかった(図3；G検定、 $G = 792.291$ 、 $p < 0.001$)。また、A集落では1線分に2種類以上のエラーが重複することはなかったが、B集落では18%の線分において2種類以上のエラーが重複していた(表2)。

AおよびB集落におけるエラーごとの出現率を図4に示した。(a)および(k)を除く全てのエラーで、A集落における出現率が有意に低かった(表3)。また、(a)、(b)、(d)および(f)のエラーは両集落に共通して見られた一方で、(g)および(l)のエラーはB集落で特異的に高い出現率を示した。

IV 考 察

1. 普及指導の重要性

本実証研究により、普及指導によって電気柵の設置エラーに差が生じることが定量的に示された。普及指導を実施しなかった場合のエラー線分出現率は、実施した場合の3.8倍であり(図2、3)、両集落の調査線分数に対する延べエラー数で比較すれば、その差は7.9倍に達する(表2)。これらが示すように、現状、獣害対策のためには進入防止柵等の設備の導入だけでは不足で、適切な普及指導まで包括的に実行される必要があるといえる。それには農

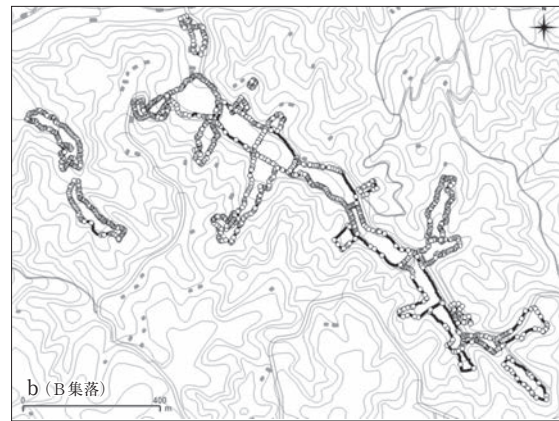


図2 エラー線分の分布

○ エラーあり線分、● エラーなし線分
この図は国土地理院提供の基盤地図情報を利用して作成した。

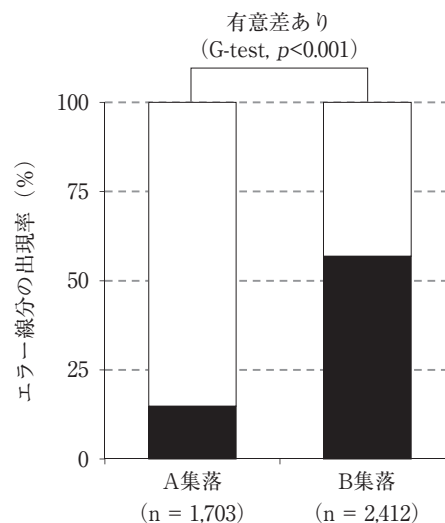


図3 電気柵の設置段階におけるエラーが1種類以上あった線分の出現率

■エラーあり、□エラーなし

表3 エラーごとの出現率の集落間差に対する G 検定の計算結果

記号 ^{a)}	G	p
(a)	0.5369	0.4637
(b)	13.0364	3.06e ⁻⁴ ***
(c)	12.8452	3.38e ⁻⁴ ***
(d)	53.5718	2.49e ⁻¹³ ***
(e)	25.7401	3.91e ⁻⁷ ***
(f)	119.1720	2.20e ⁻¹⁶ ***
(g)	864.1980	2.20e ⁻¹⁶ ***
(h)	32.2064	1.39e ⁻⁸ ***
(i)	6.4164	0.01131 *
(j)	19.1388	1.22e ⁻⁵ ***
(k)	0.7010	0.4025
(l)	217.4290	2.20e ⁻¹⁶ ***
(m)	5.3461	0.02077 *

a) 表1のエラー類型を示す。
* p < 0.05, *** p < 0.001

業普及員や市町村の獣害対策担当者の負う役割が大きい。このため、獣害対策における継続的な普及指導の重要性が広く認識され、これらの業務を十分に実施できるような人員体制の整備が必須である。

一方で今後の方向性として、エラーを解消する技術開発には、資機材の設計をエラーが発生しにくい構造に改良するハード的な手法と、普及指導の方法や体制を改良するソフト的な手法が考えられる。誰が使用しても絶対にエラーが発生しない資機材は理想であるが、それによって資材費が高価になっては、普及は望めない。また、どれだけハード面を高度化しようとも、その度に仕様を逸脱する間違っただ使用法をされることは、現実的には避けがたい。例えば簡易電気柵の支柱を柵線が20cmと40cmの位置にしか取り付けられない構造に改良したとしても、結果に示したように使用者には可能な限り草刈り作業を効率化したいという需要が存在するため、支柱下部に別のパーツを追加して柵線高を底上げしたり、下段の柵線を取り外したりしてしまうおそれがある。そうなればせっかくの新開発資材もただの使いにくい支柱に過ぎない。ここで重要なのは、「なぜ、そうする必要があるのでか」が使用者が理解することであり、正確な情報の提供、すなわち適切な普及指導が欠かせないということである(井上・室山2002)。したがって、エラーの解消を図る場合には、ハード・ソフトにかかわらず、費用対効果を検討することに加え、エラーの発生要因を踏まえた解決策

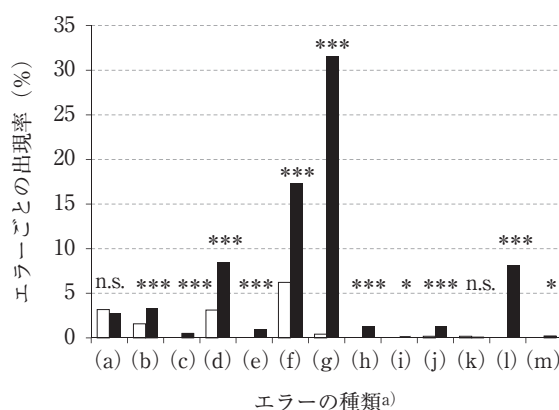


図4 調査対象集落におけるエラーごとの出現率

a) 表1参照

□ A集落, ■ B集落

図中の記号は G 検定(表3)によるエラーごとの出現率の集落間差を示す(n.s. 有意差なし, *p < 0.05, ***p < 0.001)。

の検討が重要であると考えられる。

2. 発生要因から見た解消効果の違い

本研究において、普及指導によるエラー解消効果はエラーの種類ごとに違いがあることが示された(図4)。エラーの内容のうち、柵線高の不正で地形要因に由来する(a)、(b)、(d)および(f)は、普及指導を実施した集落でも解消効果がみられないか、比較的小さく、残留性が強いと思われる。一方で、普及指導を実施していない集落で特異的に高い出現率を示した地形要因と無関係な(g)および(l)は、普及指導による解消効果が大きいと思われる。この違いは、エラーの発生要因の違いによって、適切な設置に必要な作業量が異なるためであると考えられる。すなわち、地形要因に由来するエラーの克服は、①単に等間隔に支柱を設置して柵線を架設した後に、②エラーの発生に気づき、③整地や、窪み部分への支柱の増設、追加の柵線を暖簾状に垂らして水路を塞ぐなどの「平坦地では不要な追加作業」を要するため、なぜそれが必要なかを理解していても比較的難易度が高い。一方で、地形要因と無関係なエラーの克服は、草刈り作業の効率化を優先して柵線を高く設置「しない」、あるいは柵子の「向きを間違わない」という追加作業を要しないものであり、なぜそれが必要なかを理解していれば適正に設置することは比較的容易である。したがって、今後の新技術開発においてはハード・ソフトともに起伏変化の克服への対応に注力することが、実

効性の高い対策に結びつくと考えられる。

3. 今後検証すべき課題

本研究は、電気柵運用上の設置段階に生じ、イノシシ進入防止効果を阻害するエラーのうち、柵線、支柱および碍子に対して発生するものに限って定量された1事例であることに注意が必要である。異なる地域においてはエラーの構成や発生頻度が本研究の結果と異なる可能性がある。さらに電気柵の運用においては、本研究が対象とした他にも、Ⅱの3で示したようなエラーが発生する可能性が残されている。しかも実際の運用体系では、「除草不足による漏電」という管理段階に生じるエラーの発生要因が、「除草が困難な路線設定であったため」などのように計画段階に起因するような、段階横断的な構造を持つことも予測される。多くの現場において、管理段階で「除草の徹底」を呼びかけても一向に改善されない理由がここにあると思われる。これらのことから、効果的な電気柵の運用を達成するためには、各地域において、段階ごとに、発生要因をふまえたエラー解消方法の検討が実施されるべきであると考えられる。

引用文献

- 1) 江口祐輔. 2003. イノシシから田畑を守る. 東京. 農山漁村文化協会. 147p.
- 2) 本田 剛. 2005. イノシシ (*Sus scrofa*) 用簡易型被害防止柵による農業被害の防止効果：設置及び管理要因からの検証. 野生生物保護 9: 93-102.
- 3) 本田 剛. 2007a. 被害防止柵の効果を制限する要因—パス解析による因果推論—. 日林誌 89: 126-130.
- 4) 本田 剛. 2007b. イノシシ被害の発生に影響を与える要因：農林業センサスを利用した解析. 日林誌 89: 249-252.
- 5) 井上雅央. 1998. 猿害対策に必要なもう一つの視点. 農業および園芸 73: 1251-1252.
- 6) 井上雅央, 室山泰之. 2002. 奈良県の猿害防止対策 (1) 情報提供. ワイルドライフ・フォーラム 8: 1-9.
- 7) 井上雅央, 米田健一, 前川寛之, 角山美穂, 岩本和彦. 2004. 奈良県の猿害防止対策 (2) 農家への支援. ワイルドライフ・フォーラム 9: 19-31.
- 8) 小寺祐二. 2011. イノシシを獲る ワナのかけ方から肉の販売まで. 東京. 農山漁村文化協会. 132p.
- 9) 九鬼康彰, 武山絵美, 東口阿希子. 2013. 獣害対策としての金網フェンスに対する農家の維持管理意識—和歌山県有田郡有田川町K地区を事例に—. 農業農村工学会論文集 286: 27-35.
- 10) 農林水産省生産局. 2014. 改訂版 野生鳥獣被害防止マニュアル イノシシ・シカ・サル 実践編. 東京. エイエイピー. 77p.