

みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進
(委託プロジェクト研究)

省力的かつ経済的効果の高い 野生鳥獣侵入防止技術の開発

(令和2～6年度)

成果集



..... はじめに

野生鳥獣が居住地や農業等の生産現場へ侵入し、社会問題となっています。農山村地域においては野生鳥獣の被害が多発し、その対策として農村集落や生産圃場に侵入防止柵が設置されています。この対策は平成 20 年前後には全国で展開され、適切な管理が持続できる地域においては、現在も被害の軽減に効果を発揮しています。

こうした柵は耐用年数が長いもので 14 年程度とされており、老朽化に伴う補修等の作業が増加し、柵の更新が検討される時期も迎えています。高齢化と担い手の減少が深刻な状況であり、適切な管理がますます難しくなっています。また、軽労化、省力化を図るスマート農業技術の活用が図られています。果樹栽培の機械化や樹形の改良等により省力型の生産技術体系の実証が進んでいますが、これら技術に対応できる鳥獣の侵入防止技術が新たに必要となります。

こうした現場ニーズに応えるため、農林水産省農林水産技術会議の委託事業、みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち「農林水産研究の推進」(委託プロジェクト)において「省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発」が令和 2 年度から 6 年度に実施されました。本事業では、既設柵の更新判断手法を構築し、安価で省力的な柵の補修・管理技術や侵入防止効率を高める新たな防護柵システム等を開発しました。また、省力型樹形の果樹園における中型獣類の侵入防止技術やその導入指針を開発しました。

研究に参画した研究者、開発企業、普及組織、農業関係団体の努力に感謝するとともに、本書で紹介する開発技術が鳥獣被害対策に取り組まれている都道府県、市町村等の担当者、農業生産者のみなさまにとって参考となり、鳥獣被害対策を進められる上での一助となれば幸いです。

令和 7 年 3 月

みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進
(委託プロジェクト研究) (省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発)

「野生鳥獣侵入防止コンソーシアム」研究代表

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
畜産研究部門 動物行動管理研究領域長 竹内 正彦

目 次

1. 防護柵の更新や補修の判断に必要な情報の可視化手法

1. 防護柵の更新や補修の判断に必要な情報の可視化手法	2
-----------------------------	---

2. 安価で省力的な防護柵の補修・管理技術

2-1. 防護柵の補修・管理技術 4 選！	4
-----------------------	---

実証 1 メッシュ碍子 R100 と電圧通知機能付き電気柵の融合システムの効果	5
---	---

コラム 1 ネット柵の簡易補強法と簡単結束ツール	5
--------------------------	---

コラム 2 解明！アライグマの侵入できる穴の大きさ	6
---------------------------	---

コラム 3 解明！野生動物が掘る穴の大きさ、深さ	6
--------------------------	---

2-2. 集落用獣害防護柵の省力的な除草管理法	7
-------------------------	---

3. 侵入防止効率や管理の省力性を高める新たな技術

3-1. 通電性向上舗装と電気柵を組み合わせた省力型で効果の高い防護システム	8
--	---

コラム 4 電気柵下の土壌の違いによる電気柵電圧値の推移～カタマ®SP の有用性～	9
---	---

実証 2 カタマ®SP と電気柵を融合した集落柵の実証例	9
------------------------------	---

コラム 5 カタマ®SP 舗装による農作物等への影響はない	10
-------------------------------	----

コラム 6 カタマ®SP 舗装の高い耐久性	10
-----------------------	----

コラム 7 通信機能付き電気柵システムとの融合による、さらなる管理の省力化	11
---------------------------------------	----

実証 3 大規模基盤整備事業への導入実証例	12
-----------------------	----

コラム 8 カタマ®SP 舗装の自力施工	13
----------------------	----

3-2. 通信機能によるネット柵管理の省力化	14
------------------------	----

3-3. 捕獲機能を有する新たな防護柵	15
---------------------	----

4. 果樹の省力型生産体系にも対応できる鳥獣害対策技術

4-1. 電気柵を設置するスペースがない果樹園での選択肢「樹体碍子」	16
------------------------------------	----

4-2. 圃場条件別の最適な技術導入指針	17
----------------------	----

コラム 9 解明！アライグマの手の届く高さ	18
-----------------------	----

コラム10 外周電気柵設置時に大型栽培機械が旋回するために確保すべき空間	18
--------------------------------------	----

コラム11 除草ロボットが倒さない外周電気柵の支柱強度	19
-----------------------------	----

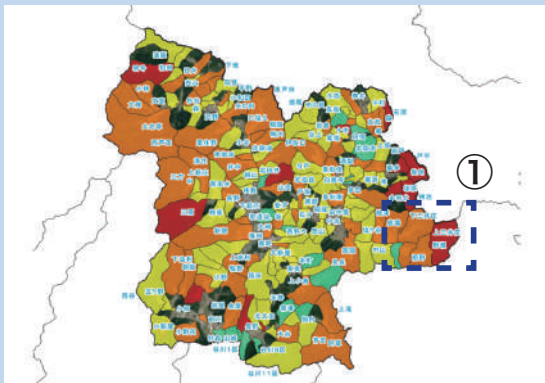
コラム12 電気柵タイプ別の作業への心理的影響	19
-------------------------	----

主要成果（関連資料）一覧	20
--------------	----

研究コンソーシアムの構成（課題対応表）・お問合せ先	21
---------------------------	----

■活用例

市・県の担当者がチームで計画の検討を！

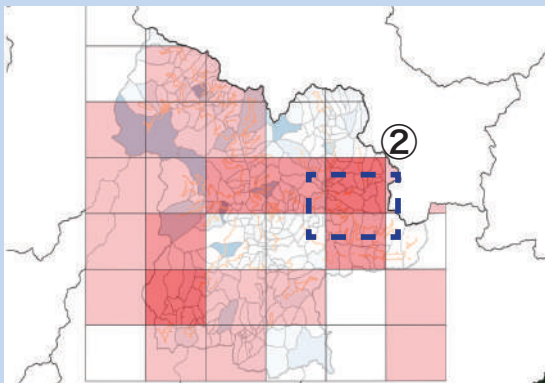


被害の分布図

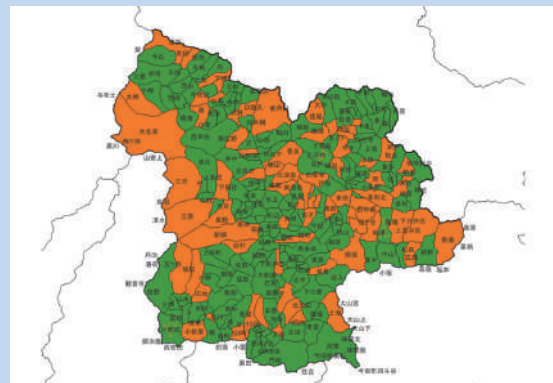


防護柵の設置状況図

①は防護柵があるが被害が大きい⇒防護柵の補修が有効である可能性が高い



密度指標と捕獲状況図

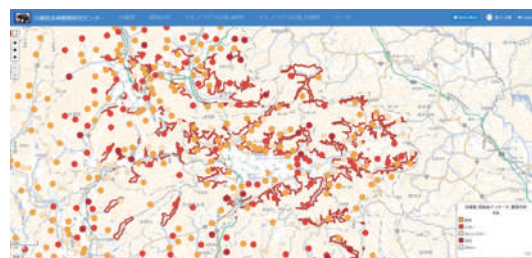


防護柵の破損状況図

②は密度指標が高いが捕獲数が少ない⇒捕獲が有効である可能性



兵庫県における「獣害対策チーム」の会議



被害と防護柵の分布



集落単位の有害捕獲数

兵庫県では、これらの情報を可視化、クラウドで共有化できる「兵庫県獣害対策GIS」を開発し実装しています。

■関連情報

獣害アンケートの情報など

兵庫県森林動物研究センター <https://www.wmi-hyogo.jp/>

獣害アンケートの情報や具体的な可視化システムについての詳細は以下までお問い合わせください。

■試験担当機関・問い合わせ先

兵庫県立大学

2 安価で省力的な防護柵の補修・管理技術

2-1 防護柵の補修・管理技術 4 選！

■開発技術の概要

集落柵の破損による防御効果の低下が課題となっています。それらを防ぐための新たな補修技術として安価、軽量、省力などの特徴を有する新たな補修技術を開発し、その効果を検証しました。

■導入コストは？ (いずれも 2024 年 11 月現在)

1. アンダープロテクトフェンス 700 円 / m
2. 獣害対策 PK ネット 3,800 円 / m²～
3. 柵っと締めタロウ 200 円 / 個 + 中間杭角鋼管 700 円 / 本
4. メッシュ碍子 R100 と通知機能の融合 通知機能システム 105,600 円、メッシュ碍子 130 円 / 個は 2,000 m 程度に基地局を 1 基設置の場合約 152 円 / m

■どんな技術？

1. アンダープロテクトはロール状で防護柵の下部を面的に補強することが可能です (図 1)。
2. 獣害対策用 PK ネットは軽量の樹脂製ネットで、持ち運びが容易で様々な場所の補修に使用できます (図 2)。
3. 柵っと締めタロウはワイヤーメッシュ等で補強する際、地際などをネジによって簡便に締め付け可能な取り付け器具です (図 3)。
4. ワイヤーメッシュに簡便に電気柵を架設できるメッシュ碍子 R100 に、電気柵の電圧通知機能を組み合わせることで、下部からの侵入を防ぐとともに、柵の管理が省力化できます (図 4、実証 1、コラム 7)。



図 1 アンダープロテクトフェンス (販売: 日亜鋼業)



図 2 獣害対策 PK ネット (販売: コテガワ)



図 3 柵っと締めタロウ (販売: 近江屋ロープ)



図 4 メッシュ碍子 R100 と電圧通知機能付き電気柵システム (販売: 末松電子製作所)

■試験担当機関・問い合わせ先

兵庫県立大学、(株) 末松電子製作所 協力: 日亜鋼業 (株)、(株) コテガワ、近江屋ロープ (株)

実証 1

■メッシュ碍子 R100 と電圧通知機能付き電気柵の融合システムの効果 (兵庫県立大、(株)末松電子製作所)

イノシシによる下部の破損が激しく(図1左)、水稻の被害が多発していた集落に補強技術(P4-図4)を導入したところ、下部の破損と進入がなくなり、被害はゼロに抑えられました(図1右)。

被害金額だけでなく、見回りの労力が低減したことで経営的な効果は170万円弱になりました(表1)。



図1 対策前(R3)と対策後(R4)の被害軽減効果

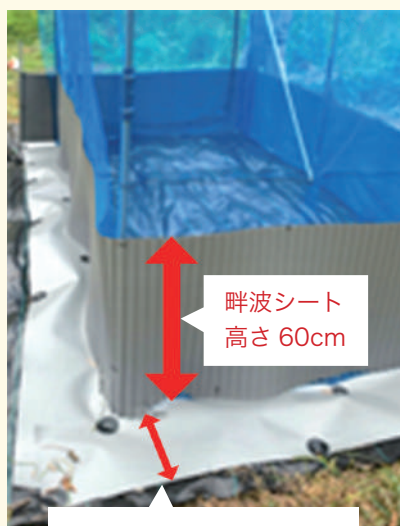
表1 防護柵の維持管理作業の変化(対策前R3、対策後R4)

	補修時間	点検時間	合計労働時間	労働費	被害金額	合計金額
R3	416	63	479	479,000	1,450,000	1,929,000
R4	254	9	263	263,000	0	263,000

コラム 1

■ネット柵の簡易補強法と簡単結束ツール(農研機構)

タヌキなどの中型哺乳類が強度に餌付いてしまった状態でも、ネット柵の下部に60cm幅の畔波シートで覆うことで、噛みついてネットに穴をあけられることを防ぐことができます。(ネット柵のみで侵入を防げる場面は限られることに留意が必要です)



畔平シート幅 30cm
増設で掘り返し対策強化

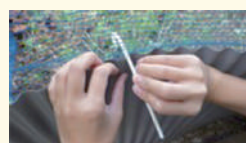
結束バンドの設置補助具(特開 2022-076621)を使うと、簡単に畔波シート等をネットに取り付けられます(作業時間を37~45%削減)



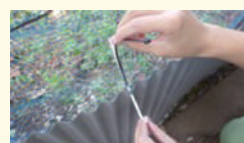
補助具の3Dデータは
以下のQRコードから



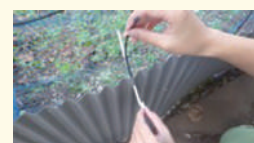
溝に結束バンドを通す
ことで結束が簡単!



手順①穴に補助具の先端を通す



手順②溝に結束バンドを沿わす(最初から沿わしておいてもよい)



手順③補助具のみ外してバンドを結ぶ

コラム 2

■ 解明！アライグマの侵入できる穴の大きさ（農研機構）

効果的な技術開発には野生動物の運動能力の解明が欠かせません。
アライグマの成獣のくぐれる穴の最小サイズは直径 12cm であることを明らかにしました。

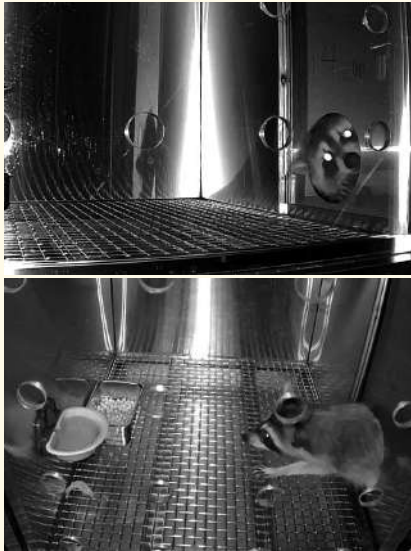


表 1 アライグマ成獣のくぐり抜けられる円の径

個体番号	性別	円の直径 (cm)								直近の体重 (kg)
		15	14	13	12	11	10	9	8	
A	♂	○	×							8.2
B	♀				○	×				6.2
C	♀	○	×							8.9
D	♂	○	○	○	×					7.6
E	♂	○	○	○	○	×				7.6
F	♀	○	○	×						8.1
G	♂	○	○	○	○	×				6.9
H	♀	○	○	○	○	×				5.3
I (03)	♀	○	○	○	○	○	○	○	×	2.6
I (16)		○	○	○	○	○	○	×		3.1
I (17)		○	○	○	○	○	○	×		3.4
I (18)		○	○	○	○	○	×			3.2
I (20)		○	○	○	○	×				5.8

個体番号 I の () 内は週齢。赤字は各個体がくぐり抜けに成功した最小値

◀ くぐり抜け試験の様子
(本研究で開発した飼育用ケージ [特開 2020-187027])

コラム 3

■ 解明！野生動物が掘る穴の大きさ、深さ（山梨県）

防護柵の下に穴を掘られた場合、穴の大きさからおおよその獣種を推定できます。アライグマは 15cm 程度の深さの穴を掘りますが、夏と秋では穴の大きさが異なり、夏はタヌキと同程度の大きさになるので注意が必要です。
※大型獣では、ワイヤーメッシュ柵下の地面との隙間について、シカは 25cm、ツキノワグマは 15cm というわずかな隙間でも侵入できる場合があります。



図 2 柵の下をくぐるタヌキの様子

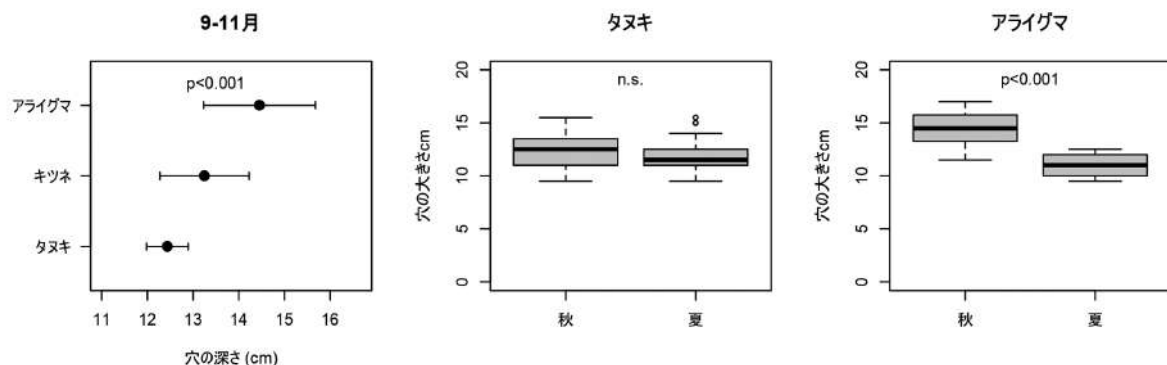


図 1 中型獣が防護柵の下部に開けた穴の大きさ
穴の大きさは柵下の最も深い部分の深さとして示した。

2-2 集落用獣害防護柵の省力的な除草管理法

■開発技術の概要

獣害防護（防止）柵は除草剤を体系的に利用することで、雑草管理労力を半分以下にすることができます。また除草剤を年3回連続的に使用することにより、雑草の草丈および被度は年々減少します。

■導入コストは？（2024年12月現在）

集落単位の柵 100m あたり「フレノック粒剤 10」1袋（2.5kg）、「ラウンドアップマックスロード」200mL、「バスタ液剤」200mL 必要となり、合計 7,500 円 / 年程度。

■どんな技術？

1. 柵周辺の雑草は、刈り払いのみの慣行に比べ除草剤の処理を含めることで一年を通じて低い草丈に保つことができます（図1左）。雑草の被度も同様な傾向です（図1右）。除草剤は冬季土壌凍結前にフレノック、初夏にラウンドアップ、盛夏にバスタを各1回施用します。
2. 年間の作業時間は刈り払い1回の慣行が67分/100mであるのに対し、除草剤3回施用の27分/100mまで半減します。
3. 刈り払い時にチップソーを使うと、柵のワイヤーを切断することがあります。これを避けるために、7mm太さのナイロンコードを用いると良いです。

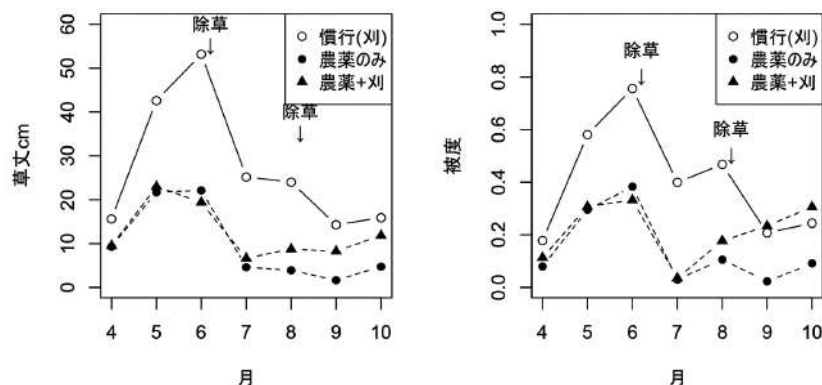


図1 除草処理の違いによる雑草の繁茂状況

管理3年目の結果。「慣行（刈）」は刈り払いを年に2回（初夏と晩夏）、「農薬のみ」は農薬を年に3回（冬期土壌処理剤1回、夏期に茎葉処理剤を2回）、「農薬+刈」は農薬を2回+刈り払い1回（冬期処理1回、初夏の茎葉処理剤1回、晩夏に刈り払い1回）。



図2 刈払機の刃の種類

赤色は7mm太さ、オレンジ色は3mm太さのナイロンコード。チップソーなどの金属刃は柵のワイヤーを切断する確率が高く、ナイロンコードはススキやササを切断する能力が低い。7mmのナイロンコードは柵を切断せず、ススキやササを切断することができる。

■関連情報

山梨県総合農業技術センター成果情報

https://www.pref.yamanashi.jp/documents/112835/r5_10_sakujosou.pdf

■試験担当機関・問い合わせ先

山梨県総合農業技術センター

3 侵入防止効率や管理の省力性を高める新たな技術

3-1 通電性向上舗装と電気柵を組み合わせた省力型で効果の高い防護システム

■開発技術の概要

通電性を有するカタマ®SP 舗装と電気柵の融合により、草刈りなどのメンテナンスが不要で管理も省力化できる新たな電気柵のシステムを開発しました（図1）。実証地では獣害はほぼゼロになり、管理の労力も大きく低減しました。基盤整備などの公共事業での導入から自力施工による小規模な畦畔整備まで、多様な実装が可能です。

■カタマ®SP とは？電気柵と融合するメリットは？

カタマ®SP は製鉄の行程で生み出される鉄鋼スラグを原料とする製品であり、通電性と舗装の簡便さが特徴です。通常の土壌での電気柵架設と同等の通電性を有します（コラム4）。地表の均平が保たれ、電気柵線と地面との隙間が少なく設置できるようになり、高い侵入防止効果が期待でき、実証地でのイノシシ、シカ、アライグマなどの被害はほぼ解消されました（実証2、3）。林道整備などには広く使用されていますが、水田畦畔に施工することで通常の電気柵で必要な草刈労力を削減し、同時に通電性を保つことが可能です。なお、実際の施工や実験室での試験では、カタマ®SP からの溶出物による水稻などの農作物への影響は確認されず（コラム5）、10年後も防草性と通電性が損なわれることなく維持されていました（コラム6）。

■導入コストは？（2024年10月時点）

カタマ®SP の原材料コストは天然碎石と同等です。施工地までの運搬費等により価格は異なってきます。兵庫県丹波市での実証地の施工は舗装業者に運搬と施工を委託し、施工費は約70m×1mで約50万円でした。（実証2）。兵庫県姫路市での実証では大規模な基盤整備と合わせて施工しており、20haの全工区のなかでカタマ®SP 施工面積は約1haで、施工費は約800万円でした。（実証3）。



図1 カタマ®SP 舗装の施工と電気柵の融合設置例

厚さ10cm程度にカタマ®SPを舗装します。熱処理などが不要で水を混和して転圧するだけなので工程は簡便です。舗装したカタマ®SPに穴を開け、電気柵支柱を架設します。レンタルの転圧機を使用すれば自力施工も可能です（コラム8）。

■関連情報

カタマ®SP

<https://www.slag.nipponsteel.com/products/road.html>

■試験担当機関・問い合わせ先

兵庫県立大学、(株)末松電子製作所、和歌山県 協力：日本製鉄(株)、三重県農業研究所

コラム 4

■電気柵下の土壌の違いによる電気柵電圧値の推移～カタマ®SPの有用性～ (株末松電子製作所)

電気柵電圧値は地面の湿り具合、素材（土、砂利、コンクリートなど）により大きく影響を受けることがわかりました（図1）。これは電気の通りやすさが変わるためであり、土に比べて、コンクリートや砂利などは電気を通しにくく、電圧が低下する要因となります。

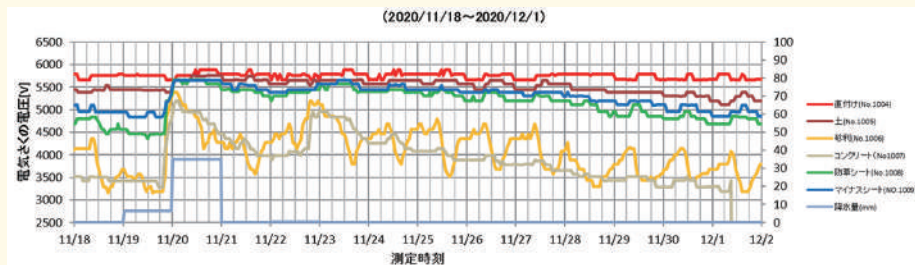


図1 電気柵下の土壌の違いによる電圧の変化

カタマ®SP舗装を電気柵下の土壌として敷設し、電気柵電圧値の推移を確認しました。カタマ®SPに添加剤（乳化剤、塩化カルシウム等）を加えた4種類と、比較のための、土、直結の6パターンの電圧値推移を確認したところ、カタマ®SPと土ではほぼ同じ値で推移し、カタマ®SP舗装は、土と遜色ない通電性があることが確認できました（図2）。

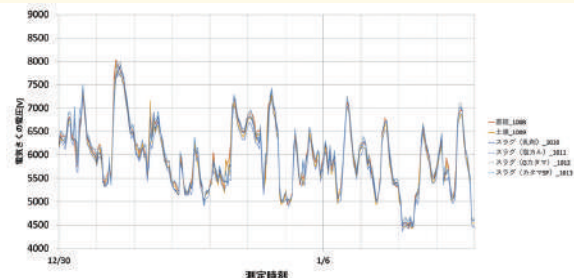


図2 カタマ®SP舗装電気柵の電圧変化

実証 2

■カタマ®SPと電気柵を融合した集落柵の実証例（兵庫県立大学）



図1 シカの感電する様子



図2 自動撮影カメラによる施工農地内のシカ、イノシシ撮影頭数

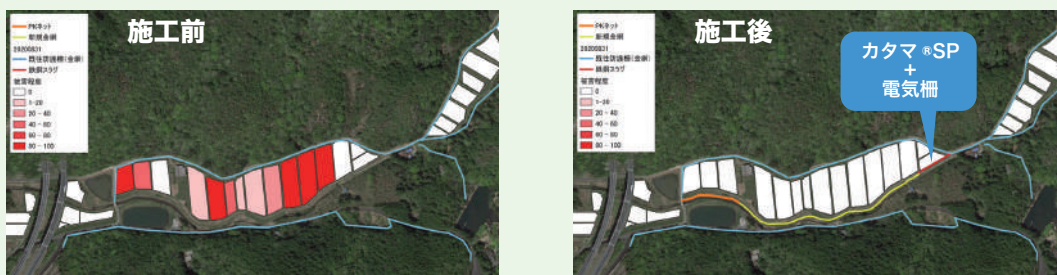


図3 実証地（兵庫県丹波市）での被害軽減効果

兵庫県丹波市の実証地ではイノシシ、シカの侵入が多く225aの農地で68%の減収率で110万円程度の被害が発生していました。実証後は柵内部でのイノシシ、シカの侵入は確認されず、被害はほぼゼロにまで改善しました。

コラム 5

■カタマ®SP 舗装による農作物等への影響はない（兵庫県立大学、協力：三重県農業研究所）



図1 水稻生育への影響試験の様子



表1 移植後30日の生育

	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	葉色 (SPAD)
調査区	45	34.7	42.5
対照区	46	33.1	42.7
	ns	ns	ns



図2 移植直後の人工降雨による成分流出試験の様子と結果

表2 降雨試験時のカタマ®SP 由来アルカリ流入量

	カルシウム	マグネシウム
流入量 (g/10a)	20	0

※ 20 m×50 m、面積 10 aの実証水田で、原水濃度を差し引いて算出

カタマ®SP を畦畔に舗装した2日後に降雨試験（300mm/h 相当 11 分間の人工降雨処理）を行った結果、水田へのアルカリ流入量は少なく、水質・土壌への影響は極めて小さいこと、その結果水稻の生育にも影響は及ぼさないことが明らかになりました。

コラム 6

■カタマ®SP 舗装の高い耐久性（和歌山県）



図1 カタマ舗装の外観の変化

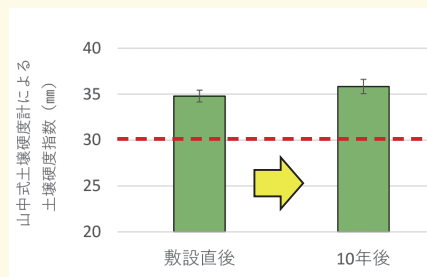


図2 防草性（土壌硬度指数）の変化

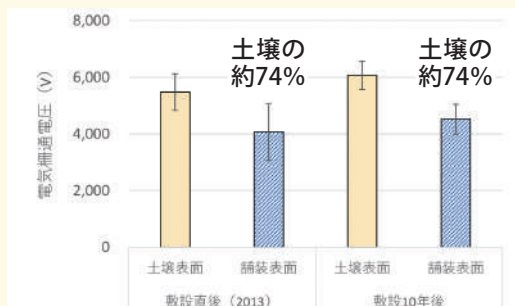


図3 土壌とカタマ舗装の通電圧の変化

2013年に敷設した10cm厚のカタマ舗装（カタマ®SPに若干のセメントを配合）は、無植生となる30mm以上の高い硬度と（谷本・鈴木1985）、周辺土壌の約74%の通電圧がみられました。10年後も、ほぼ同じ硬度と通電圧を維持していることが明らかになりました。

（参考）

●和歌山県果樹試験場：通電性のある簡易舗装資材を用いた電気柵の防草対策

https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h25/pdf/04_kankyo_chojugai/index.html

コラム7

■通信機能付き電気柵システムとの融合による、さらなる管理の省力化 (株末松電子製作所)

電気柵の効果を発揮するには電圧の維持が重要です。通信機能付き電気柵(図1)を用いることで、常に電圧値が確認でき、電気柵管理の省力化が図れます。電気柵本器に、電圧値を計測し送信する機能を持たせ、柵線への電気を流しつつ電圧値をクラウドへ送信します。

クラウドでは電気柵電圧値の推移、バッテリーの電圧値の推移が確認でき、正常に動作しているか、漏電等による電圧降下が起こっていないか、確認することができます(図2)。

導入コストは、通知機能システム(ゲッターモニタリングシステム 105,600 円)と電気柵(2 段張り)で 300 円/m 程度です(2024 年 12 月現在)。

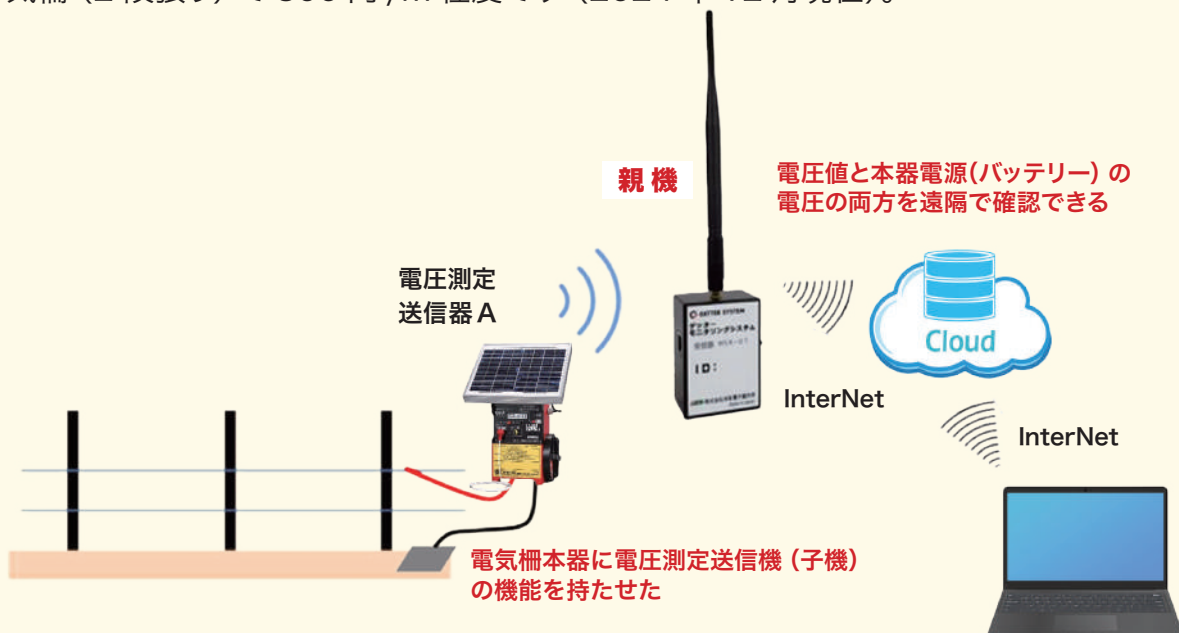


図1 通信機能付き電気柵システムの概要

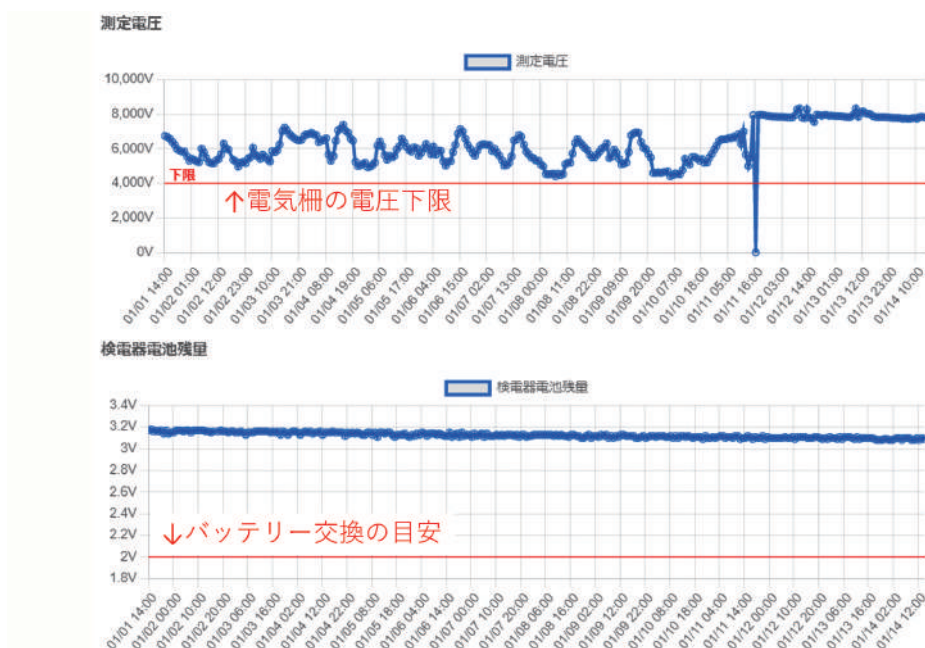


図2 電気柵の電圧(上段)と本器バッテリー(下段)の電圧値の確認画面

実証 3

■大規模基盤整備事業への導入実証例（兵庫県立大学、株末松電子製作所）

カタマ®SP 施工は施工費の負担が大きいです。基盤整備事業などの機会に圃場設計の一部として畦畔へのカタマ®SP 施工を取り入れることで、草刈りや電気柵管理が大幅に軽減できる集落にすることができます。兵庫県姫路市の実証地では約 20ha の農地の畦畔（畦畔部分だけの面積は約 1ha）にカタマ®SP を施し、区画単位で電気柵を架設することでアライグマを含めた獣害を大幅に軽減できました。電圧の通知機能と併せれば、草刈や電気柵のメンテナンスなどの管理コストも削減できるため、獣害の軽減と合わせ経営コストが大幅に低減できます（表 1）。



図 1 基盤整備事業での施工の様子



図 2 電気柵架設の様子



図 3 施工後の集落の様子

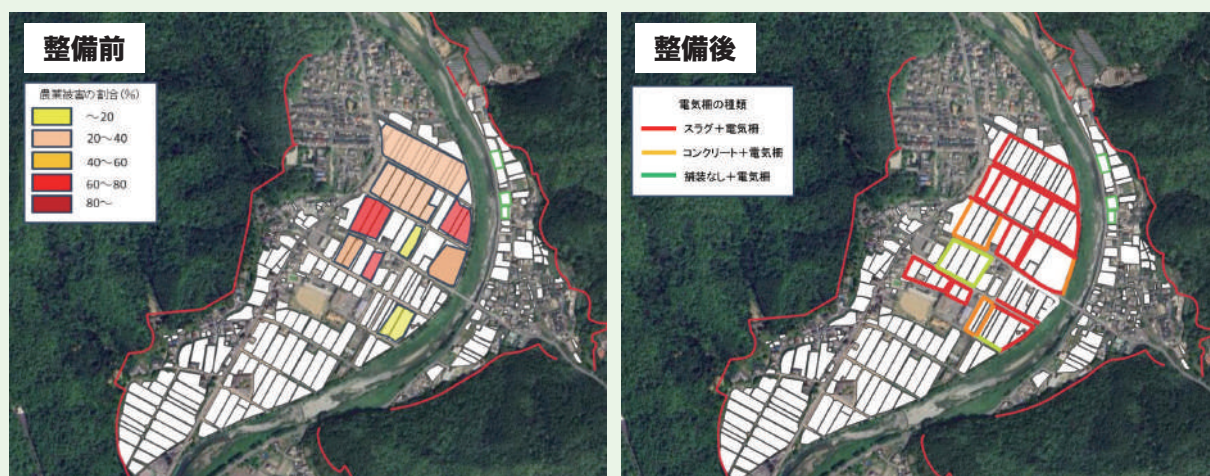


図 4 実証地での被害軽減効果

表 1 実証地での被害軽減と労力削減効果

(時間・円)

	電気柵 補修時間	電気柵 点検時間	草管理時間	合計管理 労働時間	労働費	被害金額	合計 負担金額
施工前	48	28	16	92	92,000	3,300,000	3,392,000
施工後	2	2	0	4	3,000	0	3,000

コラム 8

■カタマ®SP 舗装の自力施工（兵庫県立大学、和歌山県、協力：日本製鉄株）

材料の準備



原料のカタマ®SPは一輪車でも運搬できますが、重いので重機があると効率的です。材料費は場所と量によって変わりますので、まとめて購入がおすすめです。

転圧作業とそのポイント



①プレートコンパクターを用いれば簡単に転圧できます。傾斜地などではロープなどで引き上げながら施工します。

②表面に白っぽい泥水が浮き出るくらいまで転圧します。

③④ブロックの際や側面などは角管やトンボなどで叩いて固めます。

施工場所の準備



スコップや小型重機などで畦を10cmほど削り取ります。あるいは、両サイドにコンクリートブロックで型枠を作ります。

加水作業



フネ等で加水と混和してから敷く方法と、材料を先に敷いてから十分加水する方法と、現場の状況に合わせて選択できます。加水したカタマ®SPを転圧することで硬化が始まります。

電気柵架設



転圧直後に支柱を建てます。硬化してから設置する場合は、尖ったもので穴を開けて支柱を刺します。表面が崩れた場合は、少量のカタマ®SPを再度加水して補強転圧すると修復も簡単にできます。

その他のポイント

- ①資材費は原材料費と運搬費です。運搬費は量と場所によって異なりますので、下記問い合わせ先にご相談ください。
- ②プレートコンパクターなどはレンタルすれば安価です。通常、5千～1万円/日程度で借りられます。

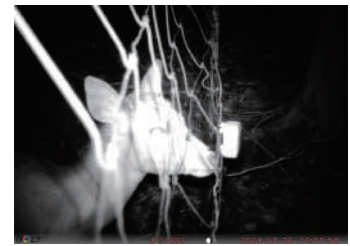
■資材(カタマ®SP)購入に関する問い合わせ先

日鉄スラグ製品株式会社 <https://www.slag.nipponsteel.com/contact/>

3-2 通信機能によるネット柵管理の省力化

■開発技術の概要

イノシシやシカ等の野生動物がネット柵を損壊するケースがあり、修理のための点検作業を定期的に行う必要があります。しかし足場が悪い、草木が繁茂している場合等、点検作業は大きな負担です。そこで、ネット柵の振動を自動検知して、場所や大きさ等を Web サイトやメール、LINE で確認できるシステムを開発しました。



防護柵設置 IoT 子機に接触するシカ



図1 振動測定からデータ確認までのシステム構成とデータ送信フロー

■導入コストは？ (2024 年 11 月現在)

ネット柵に 10 個の IoT 子機を設置して、①電源とインターネット接続環境を新規構築した場合は約 11 万円、②インターネット接続環境は既存利用して電源のみ新規構築の場合は約 10 万円、③電源は既存利用してインターネット接続環境のみ新規構築の場合は約 6 万円、④電源とインターネット接続環境両方を既存利用した場合は約 5 万円の費用となります。

■どんな技術？

ネットの振動を自動検知して親機まで無線送信することができる IoT 子機をネット柵に設置し、全ての子機からの無線が届く範囲に IoT 親機を設置します。ネット柵の振動を自動検知し、メールや LINE で通知するとともに、Web サイトにて詳細情報を確認できます（図2）。大きな揺れを検知したら点検作業を実施する、大きな振動検知が無い場合は点検作業を延長するという選択もできます。実証試験では、子機 57 台設置で 1 か月間に約 1,770 件の振動検知、そのうち、約 40 件で 2G（地球の重力の約 2 倍の加速度）以上の大きな揺れを検知しました。

■導入にあたってのポイント・留意点

点検作業の労力軽減が目的のため、大きな費用負担は避けたいところです。そこでネットショップから購入できる機材と組み合わせられる配布プログラムによりシステムを構築できるようにしました。詳細は以下のマニュアルを参照してください。なお、携帯電話の電波や既存のインターネットへの接続が可能な地域であれば導入が可能です。

■関連情報

製作・設置マニュアル

https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/chougai/wildlife/project/itaku-ycsb_j.html

■試験担当機関・問い合わせ先

アイオーネイチャーラボ株式会社

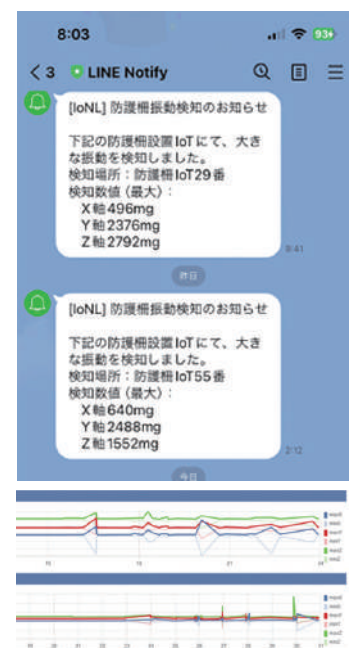
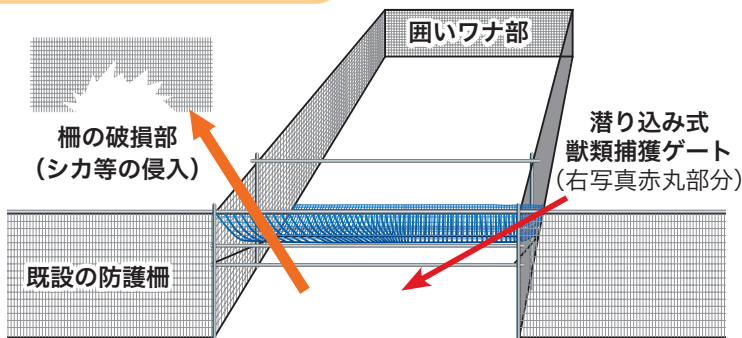


図2 Web 画面と LINE での通知画面の例

3-3 捕獲機能を有する新たな防護柵

■開発技術の概要



防護柵に捕獲機能を付与する技術です。破損した部分等を取り外して和歌山県の事業で開発した「潜り込み式獣類捕獲用ゲート」と罫いワナを組み込んで、シカを捕獲することができます。特に地際の破損部から潜り込んで農作物などを食べることを学習したシカは捕獲しやすいと考えられます。本ゲートは扉の落下音がないためシカの警戒心を高めにくいことから、同じ地点で捕獲を行うことができます。

■導入コスト

- 捕獲ゲート：3.5 万円程度（2024 年 11 月時点）
 - 単管パイプ径 48.6mm（2.5m 3 本、2m 6 本、1.5m 2 本）
 - 防獣ネット（2.6 × 3m 1 枚）
 - 弾性ポール（2.7m 径 7.6mm 6 本）
 - ワイヤーメッシュ（2 × 1m 3 枚）
 - その他固定用資材
- 罫いワナ部および破損部への接続：状況に応じて（以下の事例参照）

■ゲートの取り付け方法



柵破損部のワイヤーメッシュ柵を外し、捕獲機材を設置しました。



斜面上に設置されたネット柵では、柵破損部へゲート等の設置をするために、作業道上に捕獲機材を設置してガイドネットで連結しました。

■関連情報

潜り込み式獣類捕獲用ゲートについては、和歌山県の成果情報「罫いワナで効率的にシカを捕獲するための装置の開発」（https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/d00211296_d/fil/06seika.pdf）および、特許情報プラットフォーム（<https://www.j-platpat.inpit.go.jp>）から「特開 2021-90402」で詳細が閲覧できます。

■試験担当機関・問い合わせ先

和歌山県 果樹試験場（環境部）、林業試験場（経営環境部）

4

果樹の省力型生産体系にも対応できる鳥獣害対策技術

4-1

電気柵を設置するスペースがない果樹園での選択肢「樹体碍子」

■開発技術の概要

アライグマなどの中型哺乳類が樹木や支柱に登ることを防止する装置として、樹木に直接取り付けられる碍子（樹体碍子）を開発しました。樹脂製ネットと結束バンドから自作可能で、一般的な電気柵線を樹木等に取り付けられます。

■導入コストは？

（2025 年 1 月現在）

碍子 1 個の資材費は取付樹木の直径 10cm あたり 75 円で、電気柵として機能させるには電気柵線および電気柵本器が別途必要です。



図 1 樹体碍子型電気柵

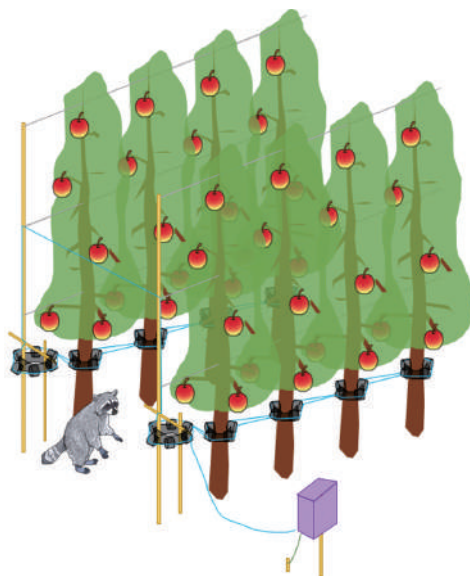
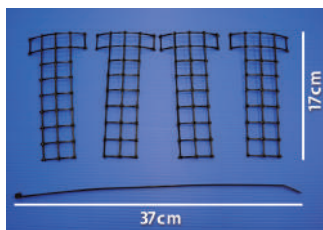


図 2 イメージ図

■作製と設置方法



①樹脂製ネットから切り出した T 字型の部品（最低 4 個）と結束バンド 1 本を用意。



②丸めた T 字部品の網目を結束バンドで縫うことで組み合わせる。直径 10cm 程度の樹木には、この状態のまま巻きつけ、結束バンドを閉じることで取り付ける。



③樹木が太い場合は、別の結束バンドを継ぎ足し、T 字部品を 1 個単位で追加していくことで任意の長さへ延長できる。



④細い樹木に対しても、1 本目の結束バンドを二重に巻きつけることで取り付け可能。

■関連情報

圃場外周の電気柵との導入費用の比較は次頁 4-2 を参照してください。

■試験担当機関・問い合わせ先

農研機構、宮城県農業・園芸総合研究所 協力機関：J A つがる弘前

4-2 圃場条件別の最適な技術導入指針

■圃場外周の電気柵（外周電気柵）と樹体碍子型電気柵のどちらを選ぶ？

水田からの転作園^{*1}を想定し、鳥獣害対策の費用対効果がプラスとなる条件をシミュレーションしました。資材費は、外周電気柵は設置長 260m で 36,350 円、樹体碍子型電気柵は設置長 800m で 42,888 円となります^{*2}。外周電気柵は 10% 以上、樹体碍子型電気柵は 4% 以上のアライグマ等による鳥獣被害が想定される場合に、鳥獣被害金額^{*3}が対策にかかる費用^{*4}を上回り、対策の経済的効果が見込めます（図1）。特に樹体碍子型電気柵は比較的少ない被害率であっても十分な対策の経済的効果が見込めます。

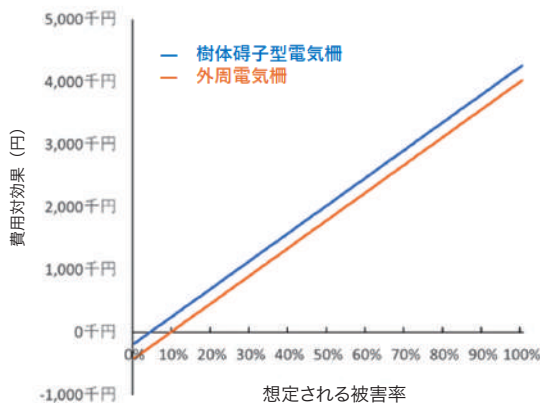


図1 外周電気柵および樹体碍子型電気柵の費用対効果

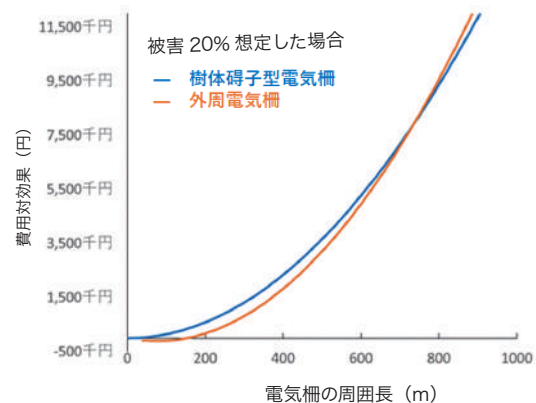


図2 外周電気柵および樹体碍子型電気柵の費用対効果

なお、鳥獣害対策の導入を検討している圃場面積 X (㎡) と、そこで想定される中型獣等による被害率 B (%) を以下の枠の中の式に入力することで、各対策の費用対効果 (A) を計算できます。 A が正の値になる場合に対策の経済的効果が見込めます。例として、20%の被害率が見込まれる場合、圃場の周囲長が 740 m 程度までは、樹体碍子型電気柵の費用対効果が外周電気柵を上回ります（図2）。

外周電気柵の費用対効果 A_{gaisyu} (円)

= 対策をしなかった場合の損失 B_{gaisyu} - 対策にかかった費用 C_{gaisyu}

X (㎡) の圃場における設置長 C (m) : $C = \sqrt{X} \times 4$ (圃場の形状は正方形とする)

$B_{\text{gaisyu}} = X \times 1,479 \text{ (円/㎡)} \times B(\%) / 100$

C_{gaisyu} = 資材費・設置撤去人工 { $C \times [139.8 \text{ (円/m)} + 64.2 \text{ (円/m)}]$ }
 + 除草剤費・除草人工 { $C \times 2 \text{ (m)} \times [6.4 \text{ (円/㎡)} + 8.7 \text{ (円/㎡)}]$ }
 + 電気柵設置で損失する収益 { $C \div 4 \times 3.5 \text{ (m)} \times 2 \times 1,479 \text{ (円/㎡)} \}$
 (圃場の上下2か所について、枕地 3.5 m 分の面積の果樹を削らないと電気柵を設置できないと想定した場合)

樹体碍子型電気柵の費用対効果 A_{jutai} (円)

= 対策をしなかった場合の損失 B_{jutai} - 対策にかかった費用 C_{jutai}

X (㎡) の圃場における設置長 D (m) : $D = X \div 3.5$ (樹列間隔 3.5m とした場合)

$B_{\text{jutai}} = X \times 1,479 \text{ (円/㎡)} \times B(\%) / 100$

C_{jutai} = 資材費 { $D \times 53.6 \text{ (円/m)} \}$ + 設置撤去人工 { $D \times 152 \text{ (円/m)} \}$

+ 電気柵設置で損失する収益 { $X \times 1,479 \text{ (円/㎡)} \times 6 \div 3,270$ }

(樹体碍子の設置高を 50cm とし、総数 3,270 個の果実のうち 50cm 以下にある 6 個の果実分を損失する収益とした場合)

*1 30a (30 × 100m の長方形)、樹列 1 列 100m が 8 列 (樹列間の距離 3.5m)、品種ふじ、6 年生のトールスピンドル樹形とした。

*2 2025 年 1 月現在の電気柵協議会に所属しているメーカーの製品を用いて、3 年間の減価償却を考慮した 1 年分当たりの金額。

*3 *1 の圃場の収益 4,437,000 円に鳥獣被害率を乗じた金額とした。

*4 「各対策法の資材費」、「設置・撤去作業にかかる人工 (時給 1,000 円)」、「対策にかかる減収 *5」、外周電気柵のみ「除草費用 *6」を合わせた金額。

*5 外周電気柵は大型機械が旋回するための枕地を確保するための減収面積 (枕地 3.5m × 30m を圃場上下で 2 か所分、コラム 10 参照)、樹体碍子型電気柵は碍子の設置高である 50cm より低い位置の着果数 (コラム 9 参照) をもとに算出。外周電気柵は、大型機械の旋回スペースを確保するために圃場デザインを大きく変える必要があることで減収金額も大きい。

*6 電圧を維持するための除草費用。除草剤費用と除草のための作業人工を合わせた値。

■試験担当機関・問い合わせ先

農研機構、宮城県農業・園芸総合研究所 協力機関：JAつがる弘前

コラム9

■解明！アライグマの手の届く高さ（農研機構）

アライグマの成獣の手が届く限界の高さは地上から90cmであることを明らかにしました。果樹の幹に登攀防止（樹体碍子型電気柵）をした場合でも、これより低い位置まで枝が垂れていたり、枝に着果していたりしていたりすると、枝からの登攀や果実食害の恐れがあります。

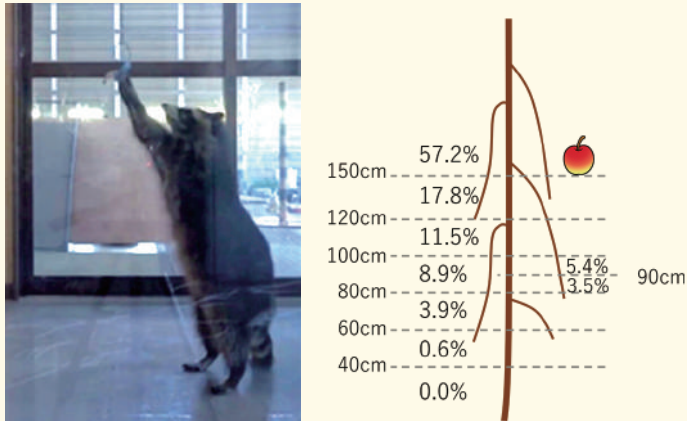


図1 トールスピンドル樹形におけるリンゴの着果位置

計 3270 個の着果している高さを計測した。

表1 アライグマ成獣の手の届く高さ

個体番号	性別	高さ (cm)					
		70	75	80	85	90	95
A	♂	4		2	0	0	
B	♀	4		3		1	0
C	♀	4	3	2	0		
D	♂	4		4	3	2	0
E	♀	4		1	0		

赤字は各個体の手が届いた高さの最大値。

0 手が届かない

1 片手で触れるが両手で触れない

2 両手で触れるが掴めない

3 両手で掴める

4 口が届く

コラム10

■外周電気柵設置時に大型栽培機械が旋回するために確保すべき空間（農研機構）

大型機械での栽培作業と外周電気柵の設置を両立させる圃場デザインには、大型機械での旋回時に生じる枕地（図1左のA：樹列の端から外周電気柵までの距離）を考慮する必要があります。Aの長さが3.0mで「これ以上は旋回は難しい」という意見が多かったため、3.5～4.0m程度の枕地を確保しておくで安心です。

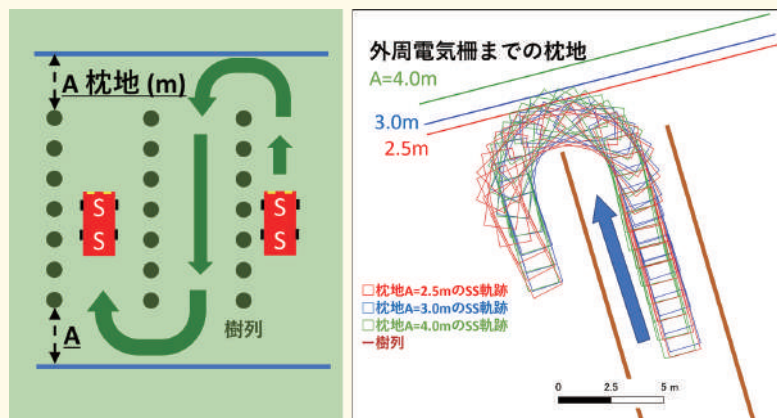


図1 樹列と電気柵との距離（枕地）と大型機械の旋回の様子



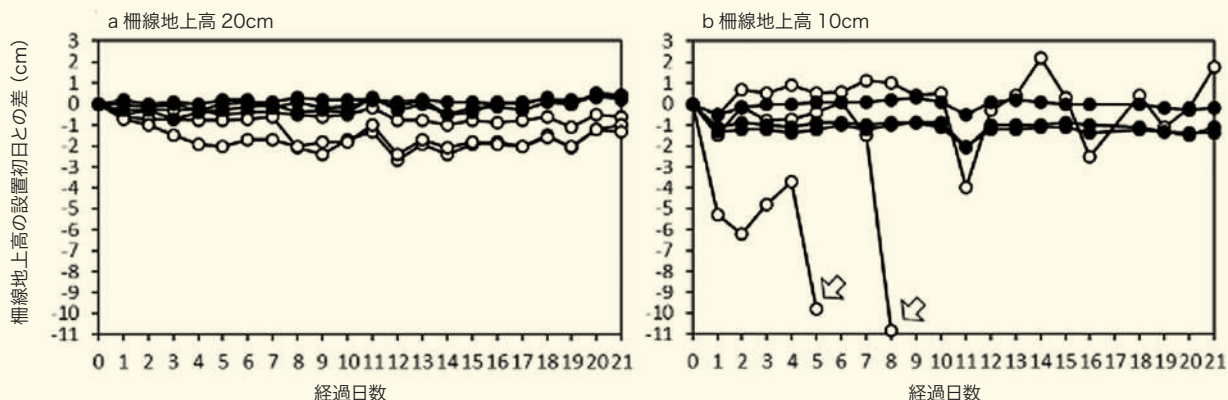
図2 大型のスピードスプレーヤー (SS)

大型のスピードスプレーヤー（SS）で操縦試験を行ったところ、作業経験数年の操縦者はA = 2.5mの場合に、電気柵線とSSが接触してしまいました。

コラム 11

■除草ロボットが倒さない外周電気柵の支柱強度（農研機構）

電気柵は漏電しないよう草刈りなどの管理が重要です。草刈り労力を大幅に省力化する除草ロボットを導入する場合は、電気柵の支柱を貫入抵抗 3,000kPa の層まで挿せば倒れません。ただし、除草ロボットがひっぱることで柵線がゆるみ切断されることがあるため、留意が必要です。



○除草ロボット稼働範囲内に設置した柵線 ⇨柵線切断の発生
●除草ロボット稼働範囲外に設置した柵線

図1 除草ロボットのくぐり抜けによる柵線高への影響



図2 柵線に絡んだ除草ロボット

コラム 12

■電気柵タイプ別の作業者への心理的影響（農研機構）

外周電気柵（表1 上段）よりも樹体碍子型電気柵（同下段）は作業の妨げになるという作業者の心理的影響が少ないことが分かりました。外周電気柵は2年目も心理的に感じる支障は変わらなかったことから、導入前には作業従事者への丁寧な説明などを行うことが重要です。

表1 外周電気柵（上段）および樹体碍子型電気柵（下段）を設置した場合の作業者の感想

質問項目*	草刈り (2/16)	薬かけ (4/16)	葉摘み (30/16)	収穫 (14/16)
電線や碍子のために 作業が妨げられた	3.0 4.7	2.3 5.0	4.6 4.4	3.6 4.4
電線や碍子のために 作業上余計に時間かった	2.0 4.8	3.1 5.0	4.6 4.6	3.3 4.4
電線や碍子があると、 接触しないように気を遣う	1.0 3.9	1.3 4.7	3.6 3.0	3.0 3.2
電線や碍子があるため、 危ないと感じた	2.0 4.3	1.8 4.9	4.3 3.9	3.4 4.0

*（ ）内は左が外周電気柵、右が樹体碍子型電気柵の回答者数を示す

5段階評価で低い点数ほど支障を感じている

主要成果（関連資料）一覧

種類（該当ページ）	項目	担当機関	関連リンク先
防護柵更新・補修箇所の判断法 (P2-3)	防護柵の補修・更新判断の可視化手法	兵庫県立大学	https://www.wmi-hyogo.jp/
防護柵下部補修 (P4)	アンダープロテクトフェンス	兵庫県立大学	販売：日亜鋼業 https://www.nichiasteel.co.jp/catalog/456/
防護柵下部補修 (P4)	獣害対策 PK ネット	兵庫県立大学	販売：コテガワ https://you-kotegawa.co.jp/
防護柵下部補修 (P4)	柵っと締めタロウ	兵庫県立大学	販売：近江屋ロープ https://www.ohmirope.co.jp/business/net/
防護柵下部補強 (コラム 1)	結束バンド設置補助具	農研機構	特開 2022-076621 3D データ https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/chougai/wildlife/project/itaku-ycsb_j.html
管理省力化 (P7)	省力的な除草管理法	山梨県総合農業技術センター	成果情報 https://www.pref.yamanashi.jp/documents/112835/r5_10_sakujosou.pdf
電気柵の通電性向上・管理省力化 (P8、実証 2-3、コラム 4-8)	通電性向上舗装カタマ®SP	兵庫県立大、株式会社末松電子製作所、和歌山県	販売：日本製鉄株式会社 https://www.nipponsteel.com/product/slag/slag/
電気柵の管理省力化 (コラム 7)	電気柵と本器電源の電圧値の両方を送信できる管理省力化システム	株式会社末松電子製作所	https://www.getter.co.jp
ネット柵の管理省力化 (P14)	ネット柵のゆれ検知機能システム	アイオーネイチャーラボ株式会社	製作・設置マニュアル https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/chougai/wildlife/project/itaku-ycsb_j.html
侵入防止効果向上 (P15)	捕獲機能を有する防護柵	和歌山県	特許第 7019133 号 https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/d00211296_d/fil/06seika.pdf
果樹省力型樹形に対応できる鳥獣害対策 (P16-17、コラム9-12)	樹体に取り付ける電気柵用碍子、条件別の導入判断法	農研機構	https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/chougai/wildlife/project/itaku-ycsb_j.html
中型哺乳類の運動能力 (コラム 2、9)	侵入可能な穴の大きさ手の届く高さ	農研機構	飼育ケージ：特開 2020-187027
中型哺乳類の運動能力 (コラム 3)	掘る穴の大きさ	山梨県	—

研究コンソーシアムの構成（課題対応表）・お問合せ

研究課題	担当機関	担当者
研究代表	農研機構畜産研究部門	竹内正彦
小課題1 将来の農業生産を獣害から守る、新たな防護柵の技術体系の開発		
小課題代表	兵庫県立大学自然環境科学研究所	山端直人
1-1 防護柵の更新や補修の判断に必要な評価や将来予測調査手法の開発		
	兵庫県立大学自然・環境科学研究所	山端直人・栗山武夫
1-2 金属や樹脂等を用いた柵補修技術や新たな防護柵の開発と実証		
1-2-1 新たな防護柵補修資材と、新たな素材を用いた防護柵の開発と実証		
	兵庫県立大学自然環境科学研究所	山端直人
1-2-2 既存資材による防護柵補修技術の開発と実証		
	山梨県総合農業技術センター	
1-3 侵入防止効果の向上や管理の省力性等の特徴を持つ新たな防護柵の開発と実証		
1-3-1 通電性を向上する新たな電気柵と通信機能を有する電気柵の融合技術		
	(株) 末松電子製作所	末松謙一
1-3-2 通電性向上電気柵の耐久性の検証		
	和歌山県林業試験場・果樹試験場	法眼利幸・角川敬造（前任者：西村光由）
1-3-3 捕獲機能を有する新たな防護柵の開発		
	和歌山県果樹試験場・林業試験場	角川敬造（前任者：西村光由）・法眼利幸
1-3-4 侵入検知機能を有する新たなフェンスシステムの開発		
	アイオーネイチャーラボ（株）	井内正直
1-4 新たな防護柵技術体系の実証と経営的評価および導入手法の確立		
	兵庫県立大学自然環境科学研究所	山端直人
2 果樹の省力型生産体系に対応した中型哺乳類の侵入防止技術の開発		
小課題代表	農研機構畜産研究部門	小坂井千夏
2-1 アライグマ等中型哺乳類の運動能力の解明		
	農研機構畜産研究部門	小坂井千夏・藤本竜輔・山口恭弘
2-2 省力型樹形に対応する鳥獣害防止技術の開発		
	農研機構畜産研究部門 宮城県農業・園芸総合研究所	藤本竜輔・小坂井千夏
2-3 鳥獣害対策実施後の果樹機械作業上の影響評価		
	農研機構果樹茶業研究部門・畜産研究部門	岩波宏・中村大輔・小坂井千夏・藤本竜輔
2-4 果樹省力型生産体系に適応する鳥獣害対策の経営的評価		
	農研機構畜産研究部門 宮城県農業・園芸総合研究所	中村大輔・小坂井千夏・藤本竜輔

全般のお問合せ 農研機構 <https://www.naro.go.jp/inquiry/index.html>

個別のお問合せ

兵庫県立大学 自然・環境科学研究所森林動物系 info@wmi-hyogo.jp

山梨県総合農業技術センター TEL 0551-28-2987

株式会社末松電子製作所 営業部 〒869-4615 熊本県八代市川田町東3-4-1

TEL 0965-53-6161 e-mail info@getter.co.jp

和歌山県 林業試験場 e0706011@pref.wakayama.lg.jp

果樹試験場 e0703021@pref.wakayama.lg.jp

アイオーネイチャーラボ（株） iuchi@shinriniot.com

委託プロジェクト研究
「省力的かつ経済的効果の高い野生鳥獣侵入防止技術の開発（令和 2-6 年度）」成果集
2025 年（令和 7 年）3 月発行

発行 「野生鳥獣侵入防止コンソーシアム」
代表 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
畜産研究部門 動物行動管理研究領域長 竹内 正彦
印刷 朝日印刷株式会社
