

野生動物の生息域と農地との境界空間の設計指針

和歌山県古座川町潤野地区における獣害対策改善の検討から

Designing Guideline of Separation Zone between Habitat of Wildlife and Agricultural Field

Examination for Improvement of Countermeasures to Decrease Agricultural Damage by Wildlife in Uruno, Kozagawa-town, Wakayama Prefecture

武山 絵美* 九鬼 康彰**

TAKEYAMA Emi* KUKI Yasuaki**

(*愛媛大学農学部 **京都大学大学院農学研究科)

(*Faculty of Agriculture, Ehime University **Graduate School of Agriculture, Kyoto University)

I はじめに

獣害が深刻化する背景の一つに、農村における土地利用の荒廃が指摘されている。例えば、高橋¹⁾や小寺²⁾は、野生イノシシの主な活動域が広葉樹林以外に耕作放棄田や竹林等に広がっていることを突き止めている。また、武山ら³⁾は、米の生産調整を受けて植林された林地化水田がイノシシ等の生息地となり、集落内への侵入を誘発していることを指摘している。これに対し、山林との境界付近にある耕作放棄地を適切に管理して開空間を生みだし、獣害対策に役立てることも提案されている⁴⁾。すなわち、山林等と農地との間に、農地への野生動物の侵入を阻害する空間の確保が求められると言える。

一方、獣害対策の個別的技術は様々に提案されているが、例えば武山・九鬼⁵⁾は電気柵の防獣効果が設置環境により異なることを指摘しており、各地域の地形・基盤条件を活かして空間全体で獣害対策を検討することが急務と言える。加えて、実施者となる地区住民の実施・継続上の課題についても検討が必要となる。

そこで、本研究では、農地への野生動物(シカ・イノシシ)の侵入防除を目的に、地域の地形条件、既存の構造物等の立地、および持続的な維持管理の可能性を考慮した、野生動物の生息域と農地との「境界空間」の設計を検討する。「境界空間」とは、土地利用が隣り合う別の土地利用に与える影響を減らしたり排除したりするための空間のことであり、対立する土地利用間へのバリアの提供を指す⁶⁾。ここでは、電気柵やフェンスなどで山林と農地の間に構築する物理的障壁が「境界線」であるのに対し、それを基本要素として外縁空間と内縁空間を取り込み「太い境界線」とすることで「境界空間」が構築されると考える。本研究では、このような境界空間を「防獣ベルト」と呼ぶ。

II 研究の方法

本研究では、中山間地域の水田農業集落である和歌山県古座川町潤野地区(総戸数22戸)において、実際に取り組まれている獣害対策の課題を整理し、これを根拠として「防獣ベルト」の設計指針を検討する。本地区は、古座川沿いに14.6haの農地が一団となって広がるシンプルな形状であり、他地域への応用を見据えた「防獣ベルト」の基本モデルが検討しやすい。また、地区では約20年前からシカやイノシシによる農業被害を受けて、複数の農家による共同電気柵等が設置され「境界線」が構築されてきた。しかし、野生動物の侵入を防除し切れない状況にあることから、既存の「境界線」の課題を抽出して「境界空間」の要件を検討できる。

本研究の流れを図1に示す。まず、住民による被害実態調査(以下、住民調査)および赤外線センサー付き自動撮影カメラによる動物行動調査(以下、カメラ調査)を行った既往の研究⁵⁾を参照し、既存の獣害対策における防獣技術面の課題を考察する。次に、現在の獣害対策

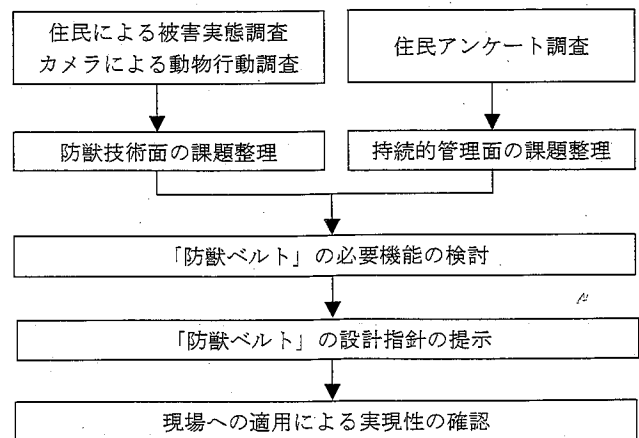


図1 研究の流れ

Fig.1 Process of this study

実施状況および今後の獣害対策実施意向に関する住民アンケート調査を実施し、既存の獣害対策における持続的
管理面の課題を考察する。

以上の結果から、「防獣ベルト」に求められる機能を検討し、「防獣ベルト」の設計指針を示す。最後に、これを
潤野地区に適用し、現場における「防獣ベルト」設計指針の実現性を確認する。

III 対象地区の現状

1 土地利用

2007年7月に実施した土地利用調査の結果から、遊休農地の位置を図2に示す。遊休農地は、除草管理が行わ
れている「休耕地」と行われていない「荒廃地」に分かれる。地区の土地利用は水田と遊休農地が約40%ずつを

占め、特に東側の団地では大半が遊休農地となっている。また、地区の北側を流れる古座川の河川敷に近い農地では、特に荒廃地が目立つ。

2 既存の獣害対策

潤野地区における2007年の獣害対策の実施状況を図2に示す。a~gの境界線内が地区共同で防除している農地である。このうち、共同電気柵は、河川敷沿いの耕作放棄地を除いた全農地を囲むようにa-b-c-dおよびe-f-gに設置されている。

ここで、a~gの境界線を構成する物理的障壁とその内・外側の状況を表1に示す。なお、区間d-eには所有農地(ウメ畑)を防除するため地区外の入作農家が個人で設置した電気柵があり、共同電気柵の代替を果たしている。また、区間g-aには電気柵は設置されていないが、家屋と背後の急傾斜面の間に落石防護壁が整備され

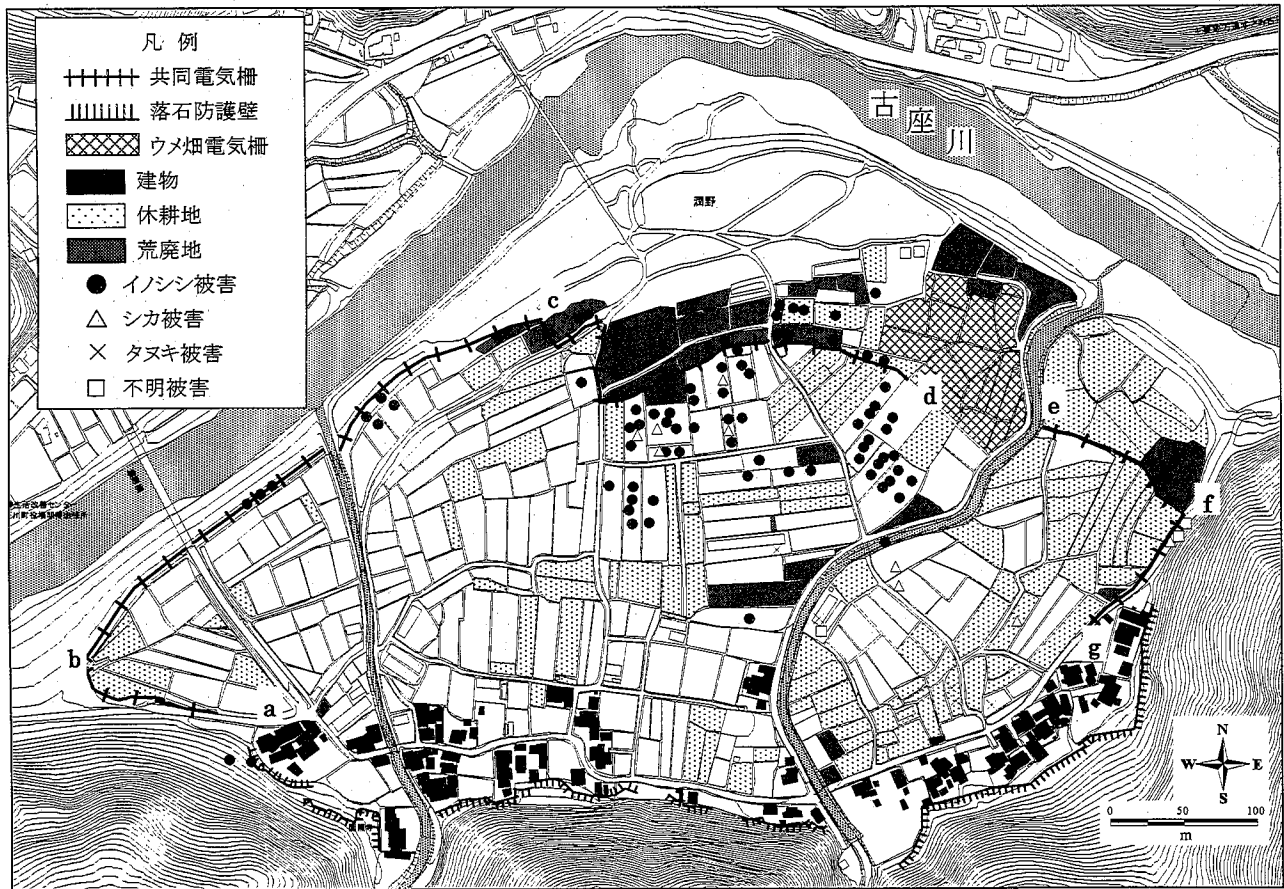


図2 潤野地区の土地利用、共同電気柵の位置、および住民による被害報告箇所

Fig.2 Land use, location of electronic barrier by joint management, and damaged point reported by local people in Uruno

表1 物理的障壁とその内・外側の状況

Table 1 Physical barrier and its state in- and outside

区間	a-b, f-g	b-c	c-d	e-f	g-a
内側	水田	水田	水田	休耕地	家屋
物理的障壁 (設置場所)	電気柵 (道路)	電気柵 (河川堤防)	電気柵 (畦畔)	電気柵 (畦畔)	落石防護壁 (家屋と急斜面の間)
外側	道路(舗装)	土法面	荒廃地	休耕地	山林

ている。地区ではこれを利用し、壁と壁の間にシカよけネットを共同で設置して獣害対策としている（ただし2箇所のみ）。この他、個別にトタン板、ワイヤーメッシュおよびネット等を組み合わせて畑地（家庭菜園）や樹園地を囲むケースも見られるが、水田では見られない。

3 地区共同作業の実態

共同電気柵は、例年、田植え終了後の5月中旬に設置され、稲刈りが終了する9月に撤去される。設置等の共同作業には1日あたり2千円の労務費が支払われる。材料および労務費には助成金があてられ、不足分は耕作面積に応じて農家が負担する。

共同電気柵が設置された畦畔の草刈りは、電気柵の内側を農地の所有者が行い、外側を地区共同で行う。また、共同電気柵の設置は、基本的に地区農家が共同で実施し、入り作農家や非農家は参加していない。設置を行う地区農家も数名に固定化されている。

IV 既往対策における防獣技術面の課題

1 調査結果

既往の研究⁵⁾を参照し、潤野地区における獣害の特徴を以下にまとめる。

- 1) 住民調査によれば、2007年7月25日～9月15日の調査期間中に103件の被害報告があり、獣種別では81.6%をイノシシが占める。被害内容別は、「畦の破壊」が54.4%と最も多く、「電気柵の下を掘る」等と合わせ農地基盤の損壊が全体の73.8%を占める。
- 2) 被害報告があった箇所を図2に示す。イノシシの被害は区間c-dの内側に集中している。カメラ調査(7/25～11/11)によれば、区間c-dの外側で、河川敷と共同電気柵の間に存在する遊休農地が多様な野生動物の生息地となっている。
- 3) 住民調査によれば、水田団地西部では被害が少ない。ただし区間b-cでは、早苗期(住民調査期間外)にシカの侵入を許すことがある。区間b-c周辺でのイノシシの被害は、電気柵手前の掘り返しは見られるものの、内部に侵入されるケースは比較的少ない。河川堤防の除草管理が適切に行われていることに伴い、電気柵下の除草も適切に行われている。
- 4) 住民調査によれば、シカの被害報告は水田団地東部に集中している。カメラ調査からも、東部の休耕地でシカが頻りに撮影されるのに対しイノシシの撮影件数はごくわずかであり、住民調査結果を裏付けている。
- 5) 住民調査に先立ち行われた地区住民集会(2007年7月23日実施、参加者約20名)での被害実態の聞き取り調査によれば、シカによる早苗の食害が多く発生する

田植え期には、区間g-aの落石防護壁間を通過してシカが農地に侵入する。しかし、イノシシによる突破はなく、総合的に見て区間g-aの内側は比較的被害の少ないゾーンと言える。

2 考察

特に被害が集中し防獣効果が低い区間c-dに対し、防獣効果が高い区間b-cおよびg-aの比較考察を行う。

各区間の横断面を図3に示す。区間c-dでは、電気柵が耕作水田と荒廃地の間の畦畔に設置されている。武山・九鬼⁵⁾はこのような電気柵の設置環境が、イノシシが荒廃地に隠れながら電気柵に接近することを許し、畦畔の掘り返し等による基盤損壊を招き、さらには電気柵の倒壊を引き起こすなど防獣効果が低いことを指摘している。また、電気柵に作物が近接する環境も、野生動物に強い侵入誘因を与えると考えられる。

これに対し、比較的防獣効果が発揮されている区間b-cでは、電気柵が河川堤防に設置されている。武山・九鬼⁵⁾は、このような電気柵の設置環境により、電気柵外側の斜面が跳び越えようとする野生動物に十分な足場環境を与えないうえ、電気柵と田面との高低差が作物までの開空間を生みだし侵入誘因を遠ざける効果があることを指摘している。また、堤防天面(電気柵内側)の約2mの幅員は、電気柵の設置や補修等を行う作業空間となり、持続的な管理を可能にして電気柵の効果を高めると考えられる。

また、区間g-aは、まず、十分な高さで強度を持つ落

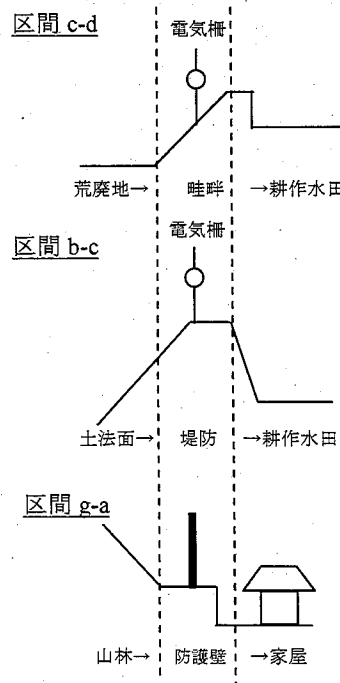


図3 境界線の横断面図

Fig.3 Cross section of separation line

石防護壁が防獣効果を発揮している。これに加え、内側に家屋が連なる構成も、特にイノシシに対する威嚇の効果を持つため、結果として区間g-aを突破して農地に侵入するイノシシの防除につながると考えられる。しかし、シカにはこのような威嚇は効果がなく、壁同士の間を通り抜けるシカを防除できていない。シカは水田団地東部の休耕地（開空間）も利用することを考え合わせると、シカに対する人間の日常活動（＝間接的な威嚇行動）の効果は低い可能性が指摘される。

V 既往対策における持続的管理面の課題

1 アンケート調査結果

2007年7月、獣害対策に関するアンケート調査を実施した。区長を通じて配布・回収を行い、地区在住の16農家、地区外に在住する8農家、および地区在住の6非農家から回答を得た。

地区共同で取り組まれている「電気柵」（ただし回答中1農家は個人での取り組み）、および主に個人で取り組まれている「ネット」と「トタン板」の問題点について、取り組み農家による全選択数（複数回答）に占める各選択肢の割合を図4に示す。電気柵では「防止効果が低い」の割合が低く、「費用が高い」が高い。また、電気柵とネットに共通して、「農作業の邪魔になる」および「労力がかかる」の割合が高い。アンケートの意見記述欄によれば、共同電気柵を設置する畦畔の所有農家から除草作業負担の偏りに対し不満の声も聞かれる。

非農家に獣害への関心を尋ねた質問では、6名（うち農家の子息が5名）中3名が、「地域の農業を守ることは大切だから関心がある」と答えた。また、6名全員が獣害対策は「地域全体で解決を図るべき」と答えた。

2 考察

他の方法に比べ、電気柵の防獣効果に対する評価は高い。電気柵は、トタン板やネットと比較して単価が高いが、実際には地区共同で取り組むことにより各種公的補助金を活用でき、個人の経費負担は軽い。

一方、トタン板の多くは人がまたいで越えられる高さであるのに対し、電気柵やネットは越えられない高さとなり、人の農地への出入りを阻害する。また、地区の農地は未整備のため、電気柵等で農地を囲う場合は隣接する農地間の狭い畦畔に設置することになり、場合によっては内側での農作業に支障を来す。さらに、電気柵やネットには蔦植物などが絡まりやすく頻繁な除草管理が必要となるが、狭い畦畔上では十分な作業スペースが確保されない。これは、除草管理のみならず、電気柵やネットの設置・補修作業にも支障を来す要因と考えられる。

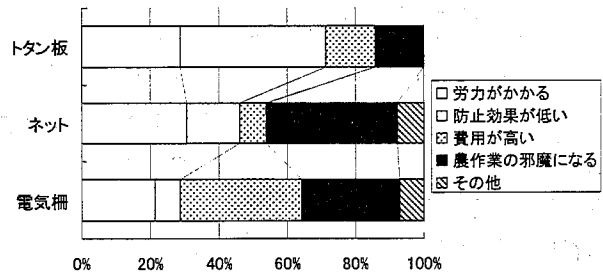


図4 既往対策の問題点

Fig.4 Problems of existing countermeasures

なお、非農家に注目すると、獣害は「行政が解決を図るべき」と考える非農家が多いことが木下ら⁷⁾により指摘されているが、本地区では大半が農家の子息であることから、獣害対策を地域の共同作業と捉える割合が高いと考えられる。農家間で管理作業負担の偏りも問題視されていることから、地区全体で獣害対策に取り組む仕組みの検討も必要と考えられる。

VI 「防獣ベルト」の機能と設計指針

1 「防獣ベルト」に求められる機能

防獣技術および持続的管理面の課題の検討結果から、「防獣ベルト」を構成する3要素である境界線外側、境界線、境界線内側に求められる機能を考察する。

IVの考察結果を表2にまとめる。まず、防獣効果が低い区間（以下、低効果区間）では境界線が倒壊して加害動物の侵入を阻止できていない。これに対し、防獣効果が高い区間（以下、高効果区間）では強度と高さのある土木構造物が加害動物の侵入を阻止しており、「防獣ベルト」の基本構造物として物理的障壁による「侵入阻止機能」を発揮している。

境界線外側では、低効果区間が荒地であるのに対し、高効果区間では斜面が境界線への容易な接近を防いだり、足場環境を悪化させて境界線の跳び越えを妨害するなど「侵入妨害機能」が防獣効果につながっている。

境界線内側では、低効果区間で作物が境界線に近接するのに対し、高効果区間では作物と境界線との間に距離が確保されているほか、人の存在が威嚇効果を発揮している。すなわち、境界線内側には野生動物の侵入誘因を取り除き、撤退を積極的に促す「侵入威嚇機能」が必要と考えられる。

加えてVでの考察結果から、「防獣ベルト」の持続的管理面の条件として、人の農地への進入や農作業を阻害しない設計や、境界線の維持管理作業スペースの確保、地区全体で対策に取り組む体制、が抽出できる。

2 境界線の設計指針

表2 防獣効果が低い区間と高い区間における境界線の構成要素および機能の違い

Table 2 Differences of elements and functions between separation lines with low and high anti-wildlife effect

	防獣効果が低い区間 (c-d)		防獣効果が高い区間 (b-c) (g-a)	
	構成要素	防獣効果に影響する機能	構成要素	防獣効果に影響する機能
境界線内側	水田	作物が近接し、加害動物に強い侵入誘因を与えることで境界線の防獣効果を下げる。	道路、堤防法面、家屋	境界線と田面間に各種要素が入り作物を遠ざける。道路や家屋が威嚇効果を発揮し、侵入防除に役立つ(特にイノシシ)。道路は、境界線の設置・管理作業空間にもなり、防獣効果の維持に役立つ。
境界線	電気柵(畦畔に設置)	イノシシによる電気柵下の掘り返しを招き、畦畔が損壊、境界線が倒壊して防獣効果を下げる。	電気柵(河川堤防に設置)、落石防護壁	河川堤防+電気柵の組み合わせや落石防護壁の活用により、強度・高さのある境界線の構築が可能(ただし、落石防護壁は壁間からシカが侵入)。
境界線外側	荒廃地	境界線への容易な接近を許し、防獣効果を下げる。	斜面	足場環境を不十分にし、境界線への接近や跳び越えを妨害。

以上を基に、イノシシおよびシカの防除における「防獣ベルト」の設計指針を表3にまとめる。

境界線となる物理的障壁としては、電気柵、ネット、落石防護壁などがあるが、「侵入阻止機能」に対する住民評価が高く汎用性も高いのは電気柵である。電気柵は、畦畔への設置を避けることにより、イノシシによる畦畔の掘り返しおよび畦畔崩壊を防ぐことが重要である。既存の落石防護壁などが利用できる場合や、特にシカよけネットによる重点的なシカ対策が求められる場合などには、適宜これを用いる。

持続的管理面からは、電気柵等を堤防や道路等の共同管理用地に設置し、電気柵の公共性を明確にすることにより、非農家を含めた地区住民全体での労力の公平な負担を引き出すことが望まれる。

3 境界線外側の設計指針

「侵入妨害機能」を持たせるための具体策としては、荒廃地の刈り払いによる開空間の確保が、特に境界線への接近を試みるイノシシに対して威嚇効果を発揮すると考えられる。また、外側空間での駆除活動も、境界線への接近を威嚇する手段として有効であろう。

一方、足場環境を悪化させる具体策としては、堤防などの斜面を利用したり、水路を配したり等の方法が考えられる。足場環境の悪化により境界線の柵の高さも低く抑えられ、管理作業や資材費の負担を抑える効果も期待

できる。また、電気柵の場合、アスファルトの道路は絶縁体となり柵の効果を損なうことから、外側の空間には適さず、境界線の内側に配する必要がある。

4 境界線内側の設計指針

「侵入威嚇機能」のうち野生動物の侵入誘因を取り除く具体策としては、内側に家屋や道路を配置したり、物理的障壁の接地面と農地面とのレベル差を利用するなどして、障壁と農地との間に距離を生み出すことが有効と考えられる。また、道路の縁石やガードレールを利用することにより視界を遮断することも、侵入誘因を取り除く手だてとして有効であろう。なお、電気柵の場合、内縁に縁石などを配することができれば、イノシシ等がもぐるとされる下部20cmの隙間をケアできる可能性がある。これにより、電気柵の最下部の高さを高く設定できれば、電気柵設置後の除草管理の頻度を下げ、管理労力の大幅な削減に寄与する。

一方、野生動物の侵入を威嚇する具体策としては、家屋や道路を内側に配することにより、人間の日常活動による間接的な威嚇行動が、特にイノシシに対して効果を発揮すると期待できるだろう^{注1)}。

持続的管理面からは、道路を内側に配すること等により、境界線となる柵が農地への出入りや農作業を邪魔しないよう配慮することや、設置・補修・除草管理等を実施するための空間を確保することが求められる。

表3 「防獣ベルト」の機能と設計指針

Table 3 Function and designing guideline of "Anti-Wildlife Belt"

	機能	実現手法	具体的な構成、方法	持続可能な維持管理のための要件
境界線内側	侵入威嚇	1) 侵入誘因の排除 2) 日常生活による間接的威嚇	1) 作物までの距離の確保(家屋、道路、物理的障壁と農地面のレベル差等の活用)、視界遮断(ガードレールや縁石の利用) 2) 家屋、道路等の配置	・縁石等により柵等の最下部高を高く設定 →除草頻度の削減(特に電気柵の場合) ・道路の配置 →農地への出入りを容易にする →境界線の設置・管理空間の確保
境界線	侵入阻止	1) 物理的障壁	1) 電気柵、ネット、落石防護壁(畦畔への設置を避け、畦畔損壊を防ぐ)	・公共用地への設置 →管理負担を平等化、共同化
境界線外側	侵入妨害	1) 接近を威嚇 2) 足場環境の悪化	1) 開空間の設置(イノシシ対策)、駆除等 2) 斜面、水路等の配置	・足場環境の悪化により柵高を低く設定 →管理作業および資材費負担の軽減

Ⅶ 「防獣ベルト」設計指針の実現性の確認

潤野地区において2008年度に以下の3つの「防獣ベルト」を考案して適用し、現場における「防獣ベルト」設計指針の実現性を確認した。

1 (外側) 斜面→電気柵→(内側) 新設の簡易道路

河川敷と休耕地との間に簡易道路を新たに施工し、道路の外側にe-fの電気柵を移動した。電気柵の内側に道路を配置することにより、設置・管理作業を簡素化し、電気柵の効果が持続するよう配慮した。電気柵の内側の道路には、農地までの開空間の提供による侵入誘因の排除や、農地へのアクセス改善による農地管理の向上(およびこれによる威嚇効果)も期待された。

2 (外側) 河川堤防→電気柵→(内側) 堤防上の道路+刈り払われた荒廃地

c-dの電気柵を水田団地と河川敷との間の河川堤防に移動し、電気柵内側の荒廃地および外側の河川敷を刈り払って開空間を生み出した。これにより、電気柵の内側に作物までの10m以上の距離を確保した。

また、河川堤防は、20年以上も荒廃地と河川敷の藪に埋もれて崩落し、天面が水平ではなくなっていたため、改修することとした。その際、河川堤防を獣害対策に活用することを前提として、以下の工夫を施した。

- 1) 堤防天面は軽トラックの走行に十分な幅員を確保し、電気柵の内側を走行可能とした。これにより、通作の際に電気柵のゲートを開閉して外に出る必要がなくなり、通作の便が改善された。
- 2) 堤防の特性ゆえ、獣害対策のための嵩上げは認められない。そこで、堤防外側の法面を、通常は高さ:幅=1:1.5のところを1:1に設計した。急傾斜の形成により、法面を登りにくくして野生動物の踏切位置を下げ、さらに踏切そのものを不安定にする効果をねらった。
- 3) (堤防としての自明の要件であるが) 堤防天面の水平を確保した。これにより、電気柵を水平に張ることを容易にし、電気柵の強度向上をねらいとした。

3 (外側) 山林→落石防護壁+シカよけネット→(内側) 集落と道路

g-aの落石防護壁を基本となる物理的障壁として積

極的に利用し、その全ての隙間をシカよけネットをつないだ。内縁の家屋や道路が威嚇の効果を持ちにくいシカに対し、物理的障壁の強化による改善をねらった。

Ⅷ おわりに

潤野地区では、2007年度と2008年度の住民およびカメラ調査の比較から、3つの「防獣ベルト」が確実な防獣効果を挙げたことが立証された⁸⁾ほか、持続可能な維持管理面からも有効性が示され⁹⁾、設計指針の妥当性も確認されている。今後は、「防獣ベルト」の他獣種および他地域への適用を通じて設計指針の拡充を図ると共に、「防獣ベルト」の効果を長期的かつ農村空間全体の最適化の側面から立証したい。

【謝辞】

本研究は平成19年度和歌山県中山間ふるさと・水と土保全対策事業、および科研費(2078175)の助成を受けた。調査にあたり、古座川町役場産業振興課と区長をはじめとする地元住民の方々、そして京都大学農学部4回生(当時)上山葉子氏の協力を得た。ここに記して深謝申し上げる。

【注釈】

注1)ただし、サルの場合は、家屋の屋根が侵入経路となる恐れがあることに注意が必要。

【引用文献】

- 1) 高橋春成(2003): 大学と地域が一緒になってイノシシとの共存を考える, 滋賀の獣たち, サンライズ出版, 163-194.
- 2) 小寺祐二(2004): イノシシの生態と防除対策, 農耕と園芸, 2004年8月号, 164-167.
- 3) 武山絵美・九鬼康彰・松村広太・三宅康成(2006): 山間農業集落における水田団地への有害獣侵入経路—和歌山県龍神村におけるイノシシ侵入経路調査から—, 農業土木学会論文集, 241, 59-65.
- 4) 江口祐輔(2003): イノシシに強い中山間地域の農地管理, イノシシから田畑を守る, 農山漁村文化協会, 133-137.
- 5) 武山絵美・九鬼康彰(2010): 効果的な獣害対策のための農地管理および基盤条件の検証, 農業農村工学会誌, 78(3), 217-220.
- 6) Kozłowski, J. and Peterson, A. (2005): Buffer Planning: Historical Overview, Integrated Buffer Planning, Ashgate Publishing Limited, 81-85.
- 7) 木下大輔・九鬼康彰・武山絵美・星野 敏(2007): 和歌山県における獣害対策の実態と農家および非農家の意識, 農村計画学会誌, Vol.26 論文特集号, 323-328.
- 8) 奥村啓史・九鬼康彰・武山絵美・星野 敏(2010): 水田農業集落における獣害対策改善効果の検証, 農村計画学会誌, Vol.28 論文特集号, 393-398.
- 9) 武山絵美・九鬼康彰・奥村啓史(2010): 持続的管理が可能な野生動物と農地のセパレーションゾーンの設計, 平成22年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 686-687.

Summary

This study aims to develop the design of separation zone, named "Anti-Wildlife Belt", between habitat of wildlife and agricultural field to decrease agricultural damage by wildlife, especially wild boar and Sika deer. "Anti-Wildlife Belt" is constructed by separation line and its outside and inside space, each of which is required different function as follows; 1) Separation line requires "preventing function to be crossed by wildlife" by physical barrier as fundamental element of "Anti-Wildlife Belt". 2) Outside space of separation line requires "obstructing function". 3) Inside space of separation line requires "warning function".

Keyword: Agricultural damage by wildlife, Anti-Wildlife Belt, Separation zone, Wild boar, Sika deer

(2010年5月14日 受付)

(2010年10月13日 受理)