

簡易獣害防止柵「おうみ猿落・猪ドメ君 サーカステント」の改良 と侵入防止効果の検証*1

山中 成元・常喜 弘充*2・寺本憲之*3・井上敬浩*4・藤井吉隆・室山泰之*5

Evaluating the Effectiveness of a New, Improved Design of Simple Net Fence in Reducing Agricultural Damage by Animals

Seigen YAMANAKA, Hiromitsu JOUGI, Noriyuki TERAMOTO, Takahiro INOUE,
Yoshitaka FUJII and Yasuyuki MUROYAMA

キーワード：サル，イノシシ，獣害防止柵，ネット，改良，弾性ポール

当場で開発したサル・イノシシを対象とした簡易獣害防止柵『おうみ猿落・猪ドメ君「サーカステント2型」』の構造等の改良を行い，その侵入防止効果について検証した。

- 1) 改良したサーカステント2型は，サル用ネットではラッセル編み方式で耐紫外線加工を施し色糸を編み込み，イノシシ用ネットでは引っ張り強度の高いダイニーマ[®]を織り込み2色に塗り分けたものを使用したことにより，従来のネットに比べ，強度，耐久性および作業性が向上した。
- 2) 改良したサーカステント2型は，外柱用の弾性ポールを従来の丸型より強度の高い平型に替えたことにより，サルによる損傷が認められなかった。
- 3) 改良したサーカステント2型は，野生および飼育下のニホンザルに対して高い侵入防止効果が認められた。

1. 結 言

近年，中山間地では野生動物による農作物被害が増加しており，これまでに種々の対策が講じられている。その中でも，獣害防止柵は農地へ動物を侵入させない方法として，全国各地で行われてきた主要な防除対策の一つである。獣害防止柵の種類は，電気柵と非電気式の「物理柵」とに大別できる。電気柵は山際や農地の周囲に張り巡らした電線に通電し，動物が電線に接触し感電したときに痛みを感じさせることにより侵入を阻止する方式で，大型の恒久防止柵から小面積対応のものまで様々な種類が開発さ

れている。しかし，一般に電気柵の設置には電気に関する専門的な知識が必要で，雑草による漏電対策や人身事故等のきめ細かな管理が求められる。一方，物理柵はトタン，ネット，金網等の資材を利用して物理的に侵入を阻止する柵である。身近な資材を用いて簡易に設置できる利点から各地域において独創的な方法により施工されているが，加害対象動物の身体的能力や感覚特性を考慮していないケースが多く見受けられ，侵入防止効果は概して低い。本県では，防除対象耕作地が大規模な場合，土地改良事業を活用して金網フェンスと電気柵を併用した「動物誘導柵」と呼ばれる恒久的獣害防止柵の施工が進められている。しかし，設置には多大な労力とコスト

*1 本試験は，先端技術等地域実用化促進事業（農林水産新技術実用化型）および京都大学霊長類研究所共同利用研究（2003年，課題番号：自由7）により実施した。

*2 現湖東地域振興局環境農政部農業振興課

*3 現東近江地域振興局環境農政部農業振興課

*4 東工コーセン（株）

*5 京都大学霊長類研究所

を要し、急峻な地形や幹線道路等の地形的に施工が困難な場所が存在すること、菜園のような小規模な耕作地では費用対効果の観点からも問題があり、被害地域からは侵入防止効果の高い簡易な物理柵の開発が求められている。すでに奈良県では、サル等を対象とした「猿落君」とよばれる簡易獣害防止柵が奈良県果樹振興センターで開発され、被害地域への普及が図られている^{1) 2)}。当场では「猿落君」を基本に『おうみ猿落・猪ドメ君 「サーカステント1型」』(以後、サーカステント1型という) およびその改良型である『おうみ猿落・猪ドメ君 「サーカステント2型」』(以後、サーカステント2型という)を開発したが、ネットの耐久性や強度、弾性ポールの折れ等による課題が残されていた^{3) 4)}。そこで、サルやイノシシに対する侵入防止効果の向上を目的に、サーカステント2型の改良(以後、改良サーカステント2型という)を試みるとともに、その侵入防止効果について検討した。

2. 材料および方法

2.1 改良サーカステント2型の資材および形状

改良サーカステント2型については、弾性ポールおよびネットによる構造の改良を行った(表1, 図1)。

表1 サーカステント2型の改良点

	2型	改良2型
弾性ポール	外柱:内柱:丸型	外柱:平型 内柱:丸型
サルネット	素材:ナイロン製	ポリエチレン製 紫外線耐光剤入り
調節・固定用ロープ	なし	長辺方向に片側のみ通し
施工用目印	なし	1m間隔に緑色を
イノシシネット	素材:ナイロン製	東洋紡製ダイニーマ入りポリエチレン製
調節・固定用ロープ	なし	長辺方向に両側通し
施工用目印	なし	1m間隔に緑色と橙色に塗り分け
メッシュ	10cm	7cm

弾性ポールは、外柱には平型7S、内柱には丸型R55を使用した。供試したネットは、サル用ではポリエチレン製、紫外線耐光剤を混合し、編み方は使用単糸がループを作りながら多数の単糸を相互に絡ませあつて網糸を構成するラッセル編み方式(網目が無結型、図2)とした。

図1 改良サーカステント2型の側面図

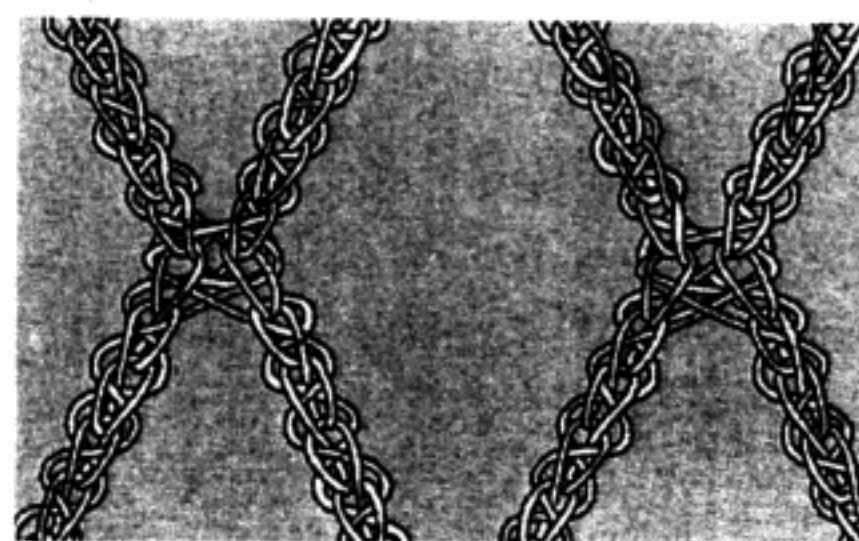
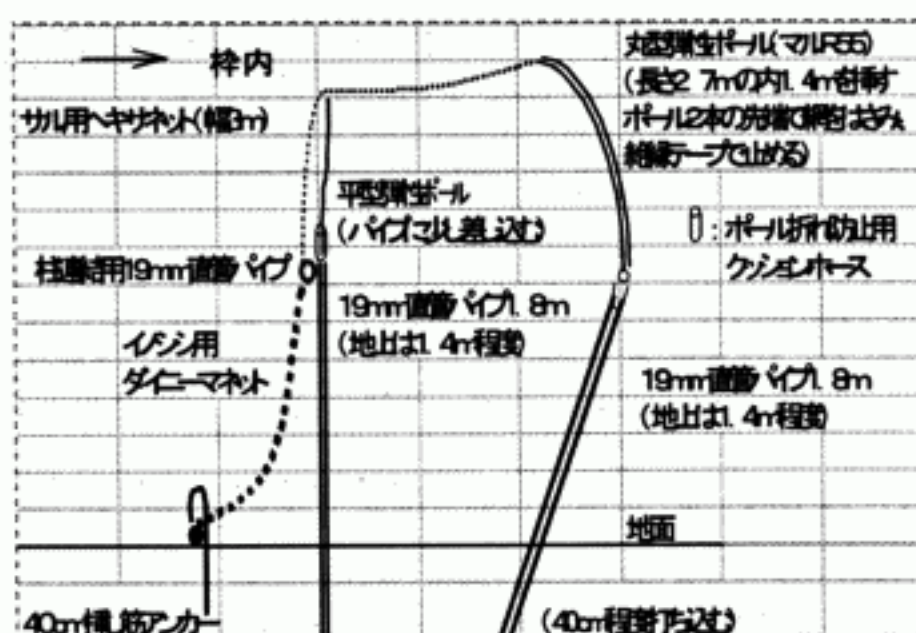


図2 ラッセル編み方式

規格は、幅300cm、メッシュ5cmのヘキサネット(メッシュの形状が六角形)で、編み込んだ繊維の太さはポリエチレン450D 5本とした。長辺の片側にネットの弛みを調節できるロープを通し、ネットを設置しやすくするための目印として1m間隔に緑色の縦糸を織り込んだ。イノシシ用では、強度や耐衝撃度が高く、耐疲労性に優れた素材の東洋紡社製ダイニーマ[®](以後、ダイニーマ[®]という)を織り込んだ繊維をポリエチレン単糸に織り込みラッセル編み方式とした。種類は、5cmメッシュ(同太さ:ダイニーマ[®]1,200D 2本+ポリエチレン400D30本)と7cmメッシュ(同太さ:ダイニーマ[®]1,600D 4本+ポリエチレン400D30本)を製作し、規格は幅180cmとし、サル用と同様に設置のための目印として緑色と橙色を1m間隔に塗り分けるとともに、長辺の両側にはロープを通した。設置方法については、サーカステント2型と同様に行った。以上のような弾性ポールと新ネットを使用した改良サーカステント2型の設置経費は表2のとおりであった。

表2 改良サーカステント2型の設置経費試算表

項目	単価/100m	耐用年数	年間費用
支柱用直管パイプ	46,080	10	4,608
フックバンド	3,190	10	319
サル用ネット	27,000	5	5,400
イノシシ用ネット	89,280	7	12,754
挿し筋アンカー	18,000	5	3,600
弾性ポール	24,500	3	8,166
消耗品	7,580	—	7,580
合計	215,630		42,427
1m当たり費用(円)	2,156		424

注) 耐用年数は実証試験に基づく推定値。

2. 2 飼育ニホンザルの改良サーカステント2型サルタイプに対する侵入防止効果の検証

改良サーカステント2型の侵入防止効果を検討するため、2003年10月21～24日、11月25～28日、2月16～20日に京都大学霊長類研究所内の放飼場（高浜群66頭）で実験を行った。実験では、10月および11月は奈良県式『猿落君「標準型」』の弾性ポールの高さを230cmと高くし、テグスネット（従来から使用していたネット、ナイロン製）を張った柵（以後、「ジャンボ」という、図3）を6m×6m四方に設置した。2月はジャンボおよび改良サーカステント2型のイノシシネットを張らないサルネットのみ展張した型（以後、「改良サーカステント2型サルタイプ」という）を10月、11月と同様の大きさで設置した（表3）。柵内には撒き餌としてカキを散布した。侵入状況についての資料収集は、ビデオ撮影および直接観察により行った。

表3 放飼場に設置した柵およびネットの種類

実験日	柵のタイプ	使用したネット
10月21日	フレームのみ	なし
10月22～24日	ジャンボ	テグスネット（一部ヘキサネット）
11月25～28日	ジャンボ	テグスネット
2月16日	フレームのみ	なし
2月17～18日	ジャンボ	テグスネット
2月19～20日	新サーカステント	ヘキサネット

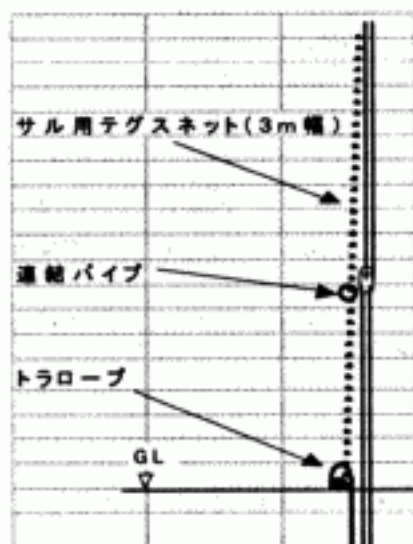


図3 供試したジャンボの側面図

2. 3 野生ニホンザルの改良サーカステント2型に対する侵入防止効果の検証と住民評価

試作した改良サーカステント2型の侵入防止効果を検証するため、現地試験圃場を滋賀郡志賀町栗原と伊香郡木之本町赤尾の2か所に設置した。志賀町栗原の圃場では、集落の協力を得て2003年7月5日に1haの畑地の周囲に520m施工し、通年設置とした。供試したネットは、サル用ネットではすべて5cmのヘキサネットを使用し、イノシシ用ネットは5cmメッシュを200m、7cmメッシュを115m張った。柵内の圃場には、かぼちゃ、なす、さつまいも等を作付けた。調査は農家からの聞き取りと集落代表者による出没および侵入状況の記帳を基に、圃場への出没回数、侵入回数および侵入方法について柵設置直後から2月まで行った。柵に対する集落住民の評価については、集落全戸にアンケート調査を実施した。一方、木之本町赤尾の圃場では、2003年8月27日～10月下旬に水田と山裾の間にある農道沿いに150m設置した。供試したネットは志賀町栗原と同様とし、イノシシ用ネットは5cmメッシュ製と7cmメッシュ製を75mづつ張った。柵内の水田には水稻を作付けた。調査は、志賀町栗原と同様の内容を行うとともに、イノシシ用ネットに対する野生イノシシの噛み切り状況についても、ネットの直接観察により行った。

2. 4 サルネットの色系の有無がネット展張作業に与える影響

改良サーカステント2型に対するサルネットの色系の有無によるネット展張の作業性を検討した。2003年12月に場内の圃場（37号田）において、縦柱と連結パイプを6m×5m四方（周囲22m）に組み立てた後、作業員2人がそれぞれのサルネットを用いて柵の周囲すべてに展張したときの作業時間を測定した。

3. 結果

3. 1 飼育ニホンザルの改良サーカステント2型サルタイプに対する侵入防止効果の検証

飼育ニホンザルのジャンボに対する侵入状況は、いずれの実験日でもサイドネットの噛み切りにより侵入されたが、弾性ポールから侵入しようとし

た個体は、ポールが外側にしなることにより1頭も侵入できなかった(観察)。一方、改良サーカステント2型サルタイプに対して侵入を試みた個体数は、1日目の2月19日が7頭、2日目の2月20日では9頭で、すべて4才以下の若い個体であった。

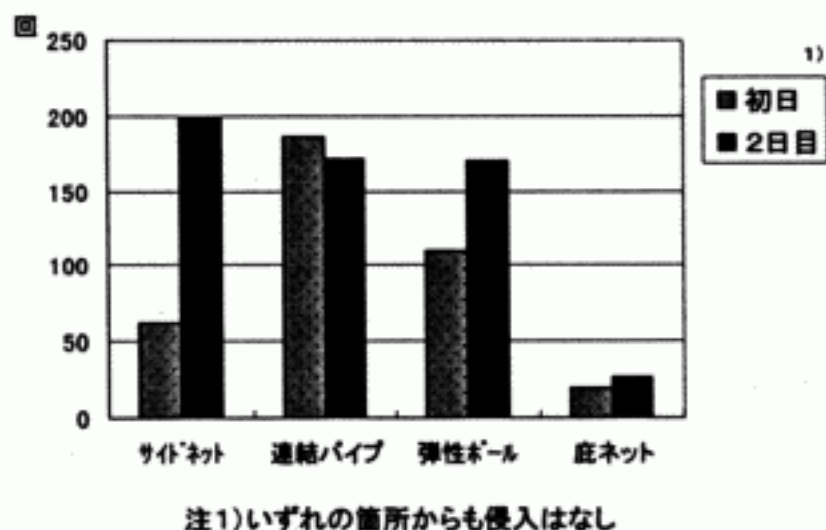


図4 改良サーカステント2型サルタイプに対する飼育ニホンザルの侵入試行箇所別回数

それらの侵入状況は、実験1日目では、連結パイプに足をかけての侵入試行が約200回、弾性ポールによじ登りの回数が約100回と他の侵入試行箇所よりも多く、実験終了時間まで試行を繰り返したが侵入は認められなかった。また、底ネットまで辿り着いた個体は2頭のみで、試行時間は106分であったが、やはり侵入は認められなかった。実験2日目は、1日目と同様連結パイプや弾性ポールからの試行が約150回以上で、サイドネットと地面との隙間やネットの網目からの侵入試行も約200回あり、サイドネットの噛み切りが1~2目程度認められた。底のネットまで辿り着いてそこから飛び込もうとした個体は2頭で、試行時間は132分であったが、いずれの箇所からも侵入は認められなかった(観察、図4)。

3. 2 野生ザルの改良サーカステント2型に対する侵入防止効果の検証と住民評価

志賀町栗原の現地圃場では7月~翌年2月までにサルが13回、イノシシが5回出没した。そのうち、サルの侵入回数は設置後24日以内に群れ5回、ハナレザル1回の計6回認められ、果菜類やいも類が若干の被害を受けた。侵入の原因は、扉付近やサルネ

ットとイノシシネットの間にできたネットの隙間からの潜り込みやサルの飛び込みによる内柱の倒伏であった。いずれも隙間や内柱の固定といった修繕を施した後は、柵設置後57日目まではほぼ1週間に1回の割合で出没を繰り返したが侵入されず、設置90日後からは群れでの出没がなくなり、設置後120日目にはハナレザルの出没も認められなくなった。イノシシは、子イノシシがネット下部の隙間から1回侵入しただけで、修繕後には5cmメッシュおよび7cmメッシュとも侵入が認められなかった。

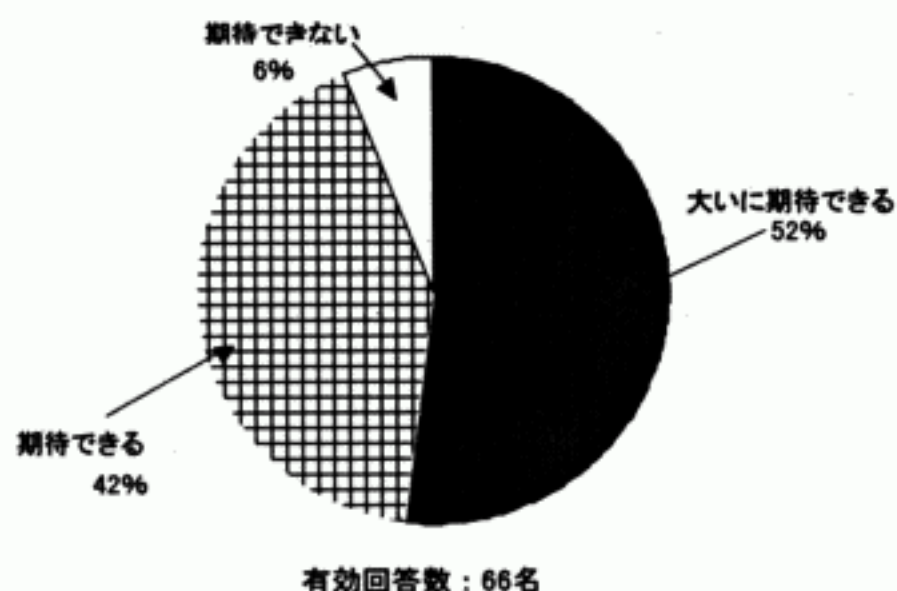
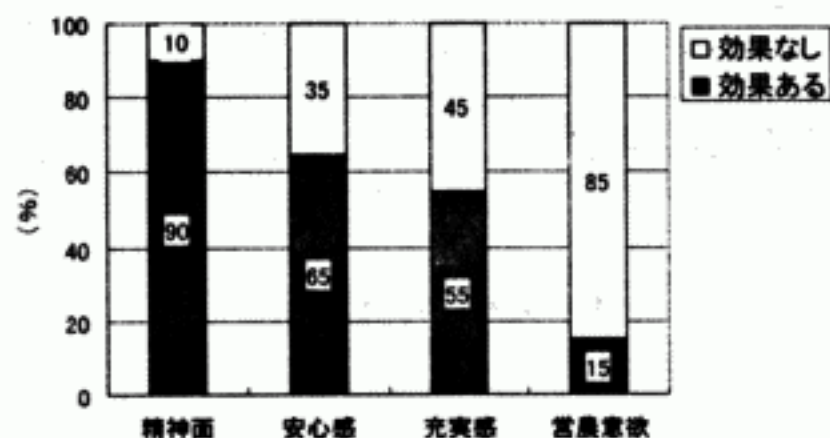


図5 改良サーカステント2型に対する住民評価

改良サーカステント2型に対する住民の評価は、「大いに期待できる」52%、「期待できる」42%と極めて高く、大半の住民が新サーカステントの侵入防止効果を認めた(図5)。また、柵設置後の農家の意識は、サル、イノシシの被害が防止できたことによる精神的なゆとりを感じている割合が90%と高く、営農意欲の向上も15%認められた(図6)。



注1) 図中の数字は、各項目に対する回答者の割合を示す。(有効回答数: 66名)

図6 改良サーカステント2型設置後の農家意識
一方、木之本町赤尾の現地圃場は、サルが3回、

イノシシが29回出没し、サルでは侵入が認められなかったが、イノシシでは3回侵入された。イノシシの侵入方法は、イノシシネットの噛み切りや柵が設置されていない反対側の畦畔からの回り込みによるもので、出没目撃頭数は8頭であった（観察）。同現地圃場におけるイノシシネットのメッシュ別の噛み切り痕跡状況は、噛み切り試行数では5cmメッシュ0.36か所/m、7cmメッシュ0.01か所/mで、5cmメッシュが7cmメッシュに比べ侵入しようとした形跡が多かった。また、噛み切られた痕跡数は、7cmメッシュでは全く認められなかったが、5cmメッシュでは0.24か所/mで、侵入された箇所は5cmメッシュからであった（図7）。

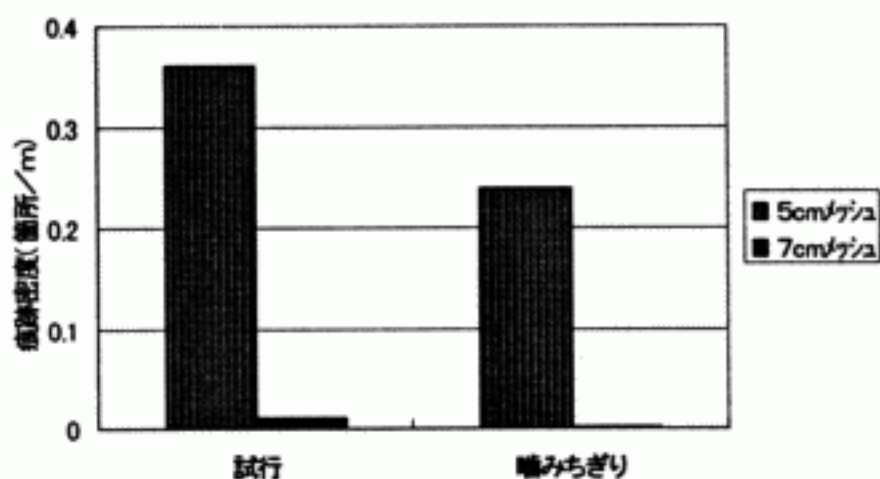


図7 イノシシネットのメッシュ別噛み切り痕跡状況

3. 4 サルネットの色糸の有無がネット展張作業に与える影響

新サーカステントにおけるサル用ネットの色糸の有無別ネット展張作業時間は、色糸を編み込んだネットでは11分、編み込んでいないネットでは23分で、色糸を編み込んだネットの方が約半分の作業時間で済ませることができた（図8）。

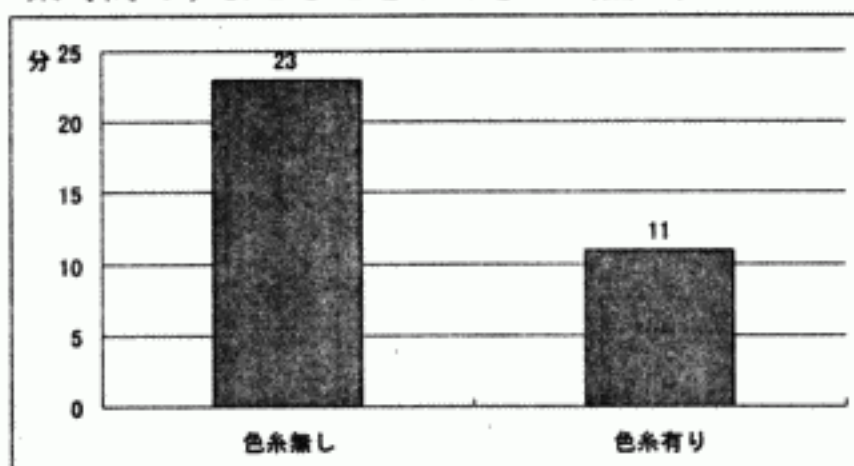


図8 サルネットの色糸の有無と展張時間

4. 考 察

サーカステント2型は、奈良県果樹振興センターの「猿落君」をモデルに当場で開発した簡易な獣害防止柵で、2002年までの現地試験ではサル、イノシシに対して侵入防止効果を認めている^{3) 4)}。しかし、設置した現地では弾性ポールやネットの劣化等に起因する侵入が認められ、本格的な普及に移すためにはそれらの課題を克服する必要がある。そこで、本試験ではサーカステント2型の弾性ポールやネットの強度を上げるための改良を行った。

まず、弾性ポールは、サーカステント1型では丸型のポールを2本束ねて外柱の直管パイプに真直差し込む方式としているのに対し、サーカステント2型では丸型のポールを直管パイプにアーチ状に掛け渡していく方式としている^{3) 4)}。これにより、2型では1型に比べ外柱の弾性ポールからの侵入がほとんど認められなかった。しかし、外柱、内柱とも丸型を使用していることから、15kg程の大きなサルが外柱を足場にしてポールを揺すったり柵内へ押し曲げたりするうちに根本から折れてしまうケースが現場からは報告されている。そこで、外柱に使用する弾性ポールの規格を強度の高い平型に替えたところ、野生ニホンザルではポールの損傷による侵入は認められなかった。また、飼育ニホンザルでは、外柱まで登るものの、アーチ状になったポールから柵内へ移動することができなかった。これは、平型が丸型に比べ適度なしなりと強度を保持する性質があることやサーカステント2型と同じアーチ状になっていることから、サルの押し曲げによる負荷が軽減されたことによると推察される。したがって、弾性ポールの構造としてはサーカステント2型と同様にアーチ状にすることに加え、規格は平型にすることが適当と考えられる。

次に、ネットについては、従来使用してきたテグスネットでは、設置後のわずかの期間でサルによる噛み切りが起こるとともに、紫外線等による劣化で破れやすくなることが現場の農家から報告されていた。本試験において現地試験圃場で用いたサル用ネットは、ラッセル編み方式を採用したため、結節を作りながら網目を形成する従来のテグスネットに比べ強度が高く⁵⁾、耐光剤が単糸に混合されていることから、紫外線劣化が起こりにくいとされている。現地試験圃場では新ネットの噛み切りや引きちぎりは

なく、設置後半年以上経っても紫外線劣化は認められなかった。また、飼育ニホンザルによるネットの噛み切り状況は、テグスネットでは侵入できるほどの噛み切りが多数認められたが、新ネットでは1～2目程度とわずかしこ認められなかった。したがって、新ネットの強度と耐久性は従来のテグスネットに比べ一定の向上を図ることができたと考えられる。一方、イノシシ用ネットは、志賀町栗原の圃場では侵入が全く認められず、木之本町赤尾の圃場では7cmメッシュ・1,600Dダイニーマ[®]4本編みネットは噛み切り等による侵入が全く認められなかったが、5cmメッシュ・1200Dダイニーマ[®]2本編みネットでは噛み切って侵入された。したがって、ダイニーマ[®]は1,200D・2本程度では強度や編み込み量が不足していたと推察された。また、イノシシに侵入されないメッシュは子イノシシを考慮すると10cm以下が適当とされ⁵⁾、本試験で使用したイノシシ用ネットはいずれもその条件を満たしていたことから、本試験では1,600Dダイニーマ[®]4本が適当と考えられる。しかし、コストと強度を考慮した最適なダイニーマ[®]の強度と編み込み量については、今後詳細に検討する余地がある。

以上のような改良を行った新しいサーカステント2型は、サル、イノシシの侵入防止効果が一層向上するとともに、住民からの評価も高かったことから、従来のサーカステント2型に比べ簡易物理柵としての防除機能を高めることができた。しかし、設置初年度の費用は1m当たり約2,160円であり、猿落君250円²⁾、サーカステント1型約1,180円、サーカステント2型960円³⁾に比べ1,000～1,200円高くなることから、今後、設置を検討する農家や行政にとっては初期投資に対して懸念することが予想される。耐用年数を考慮すると年間費用としては約420円/mとなる

ものの、現場への普及にあたっては、奈良県で行われている廃材の利用のように設置コストの削減方策について引き続き検討することが求められる。

謝 辞

本試験の遂行に当たり、志賀町栗原の元区長徳岡忠男氏、大津滋賀地域農業改良普及センターの蒲原良高主査には現地試験圃場の管理や出役、被害記録にご尽力賜った。また、滋賀県農業総合センター農業試験場湖北分場の職員の方々には終始ご協力を賜った。ここに記して深謝の意を表する。

引用文献

- 1) 井上雅央. 山の畑をサルから守るおもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農山漁村文化協会. 2002: 74-88.
- 2) 井上雅央. プラスチックハウスの廃材を利用したシカ・イノシシ侵入防止柵の開発. 日本応用昆虫学会中国支部会報45. 2003: 5-10.
- 3) 寺本憲之・山中成元. ニホンザル, ニホンイノシシに対する簡易獣害防止柵おうみ猿落・猪ドメ君「サーカステント」(新称)の開発, 滋賀県農業試験場研究報告45. 2005.
- 4) 寺本憲之. 滋賀県でのサルと人との共存について考える. 高橋春成編. 滋賀の獣たち. サンライズ出版. 2005: 103-131.
- 5) 江口祐輔. イノシシから田畑を守るおもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農山漁村文化協会. 2003: 95-96.
- 6) ネットハンドブック. 愛知県三河繊維技術センター. 2003: 7-8.

Summary

Fences have been used as one of the most effective techniques to reduce agricultural damage by wildlife. However, the fences used commonly are expensive and their construction and maintenance are labor intensive. We have devised a new net-fencing system, "Oumi Enraku Shishidomekun Circus Tent - type 2 (hereafter Circus Tent -type 2)", for reducing crop damage caused by wild boar and monkeys. This system is still in need of some improvements in the durability and strength of materials, in particular the nets and poles used in the system.

In this study, we improved this net-fencing system by inventing two types of nets (one was for wild boar and the other for monkeys) and using another type of pole. Its effectiveness was then examined.

In the net-fencing system for monkeys, we used 5 x 5 cm mesh nets, which were woven of ultraviolet resistant polyethylene lines and had stripes colored at 1m intervals as markings for easy use. In addition, we replaced round elastic poles used previously into flat elastic poles. In the system for wild boar, we used a newly invented 7 x 7 cm mesh net, which was woven of multifilament lines made of synthetic fiber, Dyneemar (Toyobo Co., Ltd) and polyethylene of two different colors at 1 m intervals. Both of these nets were woven by Russel knitted style, and had two ropes passed through at the upper and lower sides, for fixing to the ground or adjusting the tightness of the net.

We examined the effectiveness of these net-fencing systems on captive and wild monkeys, and wild boars. The results indicate that these systems were more durable and stronger, and could be constructed easier than the previous system. Thus they are considered to be more effective for reducing crop damages caused by wild monkeys and boar.