

防護ネット柵の高機能化による造林地の獣害対策

静岡県西部農林事務所 天竜農林局 大場 孝裕
株式会社ヤマイチネット 防獣事業部 竹川 智 古屋敷 匠

1 造林地のシカ対策の課題

収穫期を迎えた人工林で、主伐・再造林を進める場合、植栽した苗木を食べてしまうシカの存在が大きな障害となっています。図－1の柵外のように、シカの生息域では、防護柵なしでは成林しない箇所も少なくありません。この造林地は、高強度で耐久性も高い金属柵が施工されています。望ましいシカ対策ではあるのですが、金属柵は、資材単価が高いのに加えて、重くて硬く施工しづらいため、敬遠されがちです。そのため、金属柵に比べて、安く軽量で可変性に優れる、ネット柵が選択されることが多くなっています。



図－1 防護柵の中と外の植栽木の違い

しかし、ネット柵には、これまで2つの弱点がありました。

1つは、動物にネットを切断されることです。ネットの素材は、ポリエチレンなどの合成繊維で、それにダイニーマ®などの強化樹脂や、軟質のステンレス鋼線を混撚して補強した糸が使用されてきました。ただ、図－2のように、軟質ステンレス鋼線の入ったネットでも、動物に切断されることがあり、強度不足であることは否めません。



図－2 軟質ステンレス鋼線入り
ネットの動物による切断

2つ目は、ネットと地面との固定が弱く、めくられてしまうことです。そもそも、固定に使っている杭の抵抗力は弱く、土質によってはさらに抜けやすかったりもします。また逆に、岩などで杭が打ち込めず、固定できない箇所もあります。決定的なのは、イノシシがめくり上げる力に敵わないことで（図－3）、できた隙間からシカ等も侵入してしまいます。



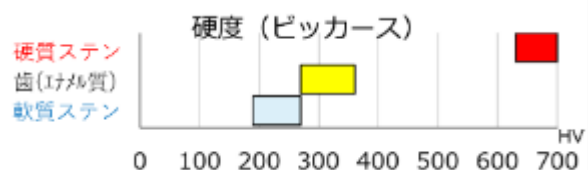
図－3 ネットの裾をめくり上げる
イノシシ

2 改善案

そこで、これら弱点の改善案を模索しました。

まず、網糸の強化については、動物の体の中で最も硬い歯のエナメル質よりもさらに硬い、硬質ステンレス鋼線（図－4）を網糸に混撚することを考えました。

つぎに、地際部分の強化については、杭の改良による対応では解決しないと判断し、地際部分にステンレスワイヤーロープを緊張させることを考えました。



図－4 歯（エナメル質）とステンレスの硬度

3 ネット網系の切断強度試験

網系の切断強度試験は、県の浜松工業技術支援センターの協力も得て、図－5の左の写真の精密万能試験機を使って、押し切りと引張りの切断荷重を測定する形で実施しました。

押し切り切断試験は、クイキリ（ニッパー）に網系を挟み、切断に掛かった力を測定しました。引張切断試験は、試験片にかんな刃を挟んだ治具を当てて引張りあげ、ちぎれるのに掛かった力を測定しました。

その試験結果を図－6に示しました。

左から、ポリエチレン（PE）ネット、PEネットに超高分子量ポリエチレン繊維を混燃したもの、PEネットに軟質ステンレス鋼線（W1）を混燃したもの2種類と、PEネットに硬質ステンレス鋼線を混燃したもの4種類になります。

左の押し切り切断強度試験の結果、右の引張切断強度試験の結果とも、同じ太さと本数のステンレス鋼線を混燃したもの（0.19mm×4本、0.19mm×8本）を比べると、硬質ステンレス鋼線（WPB）の方が勝っています。

意外だったのは、超高分子量ポリエチレン繊維を混燃したものと、何も加えていないPEネットに切断強度の差が認められなかったことです。

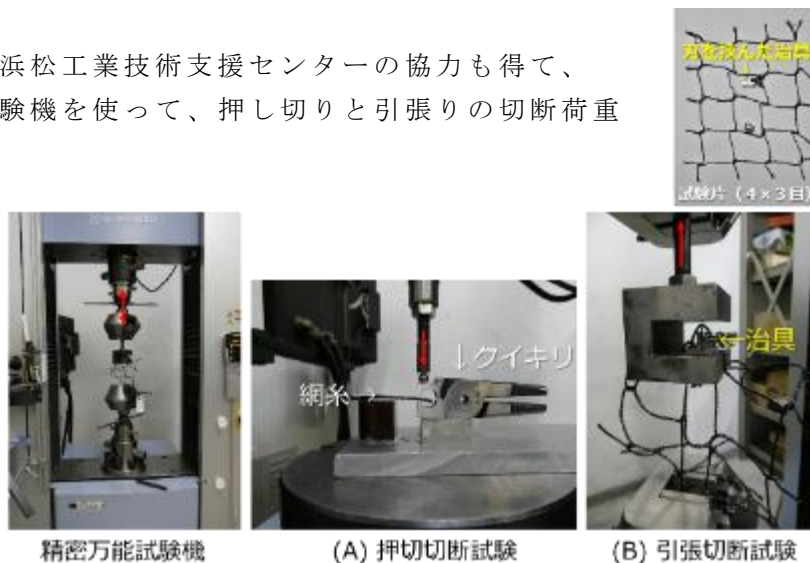
4 ステンレスワイヤーロープ地際緊張の強度試験

地際部分にワイヤーロープを緊張する改善案に対しても試験を実施しました。

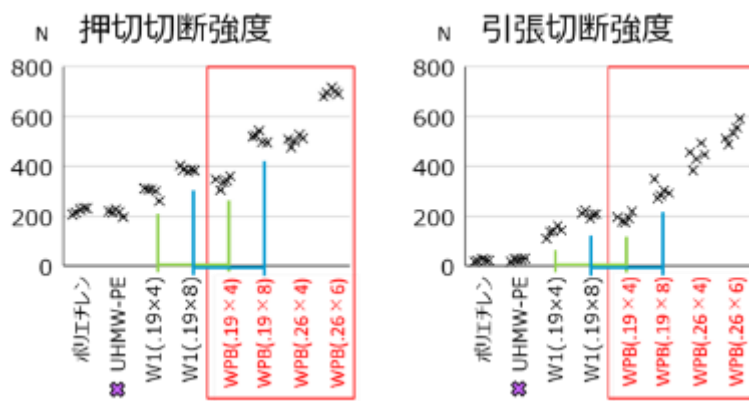
図－7の左の写真のように、間隔3mの防護柵用の支柱間に、φ2.0mmのステンレスワイヤーロープを、支柱地際で4段階の荷重で緊張させて固定した後、真ん中の写真のように、三脚につるした、デジタルスケールとレバーホイスを使って、支柱間の midpoint で、10kgf（キログラムフォース）ごと、引き上げ荷重を掛けた時の、右の写真のような、ワイヤーロープの引き上がり量を計測しました。

試験結果を図－8に示しました。

ワイヤーロープの引き上げ荷重を大きくするほど、引き上がり量は増加し、ワイヤーロー



図－5 ネット網系の切断強度試験



図－6 ネット網系の切断強度試験結果

ブの緊張力が強いほど、引き上がり量は少ない、想定どおりの結果が得られました。

また、今回試験したワイヤー緊張荷重 10kgf（水色）と 40kgf（オレンジ）の数字で示した引き上がり量の差は 2.5cm～4.5cm でした。

ワイヤーロープはほとんど伸びないため、引き上げ荷重を大きくしても、引き上がり量の差は増加しなかったと考えられます。



図ー7 ワイヤーロープの引き上げ荷重試験

今回、掛けた力と生じた隙間サイズ、シカとイノシシの体のサイズを踏まえると、人力でのワイヤーロープの緊張で、シカやイノシシの侵入抑止に有効な状態にできる、と考えられました。

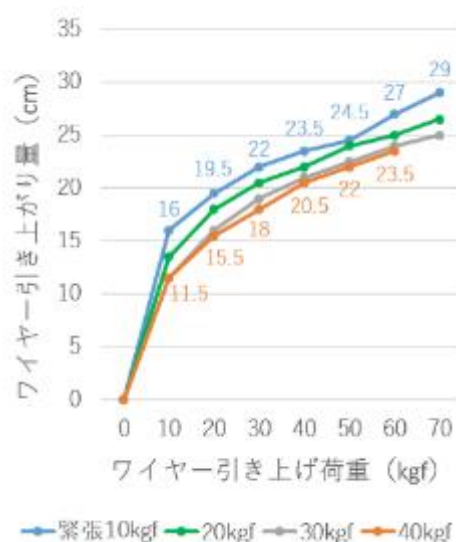
5 製品化「ソリッドン工法」

開発した「ソリッドン工法」は、ネットの高さ 1.2m までは、網糸に硬質ステンレス鋼線が混撚されています（図ー9）。硬質ステンレス鋼線を網糸に混撚するのは容易ではなく、編網途中にステンレス線の断線や機械の消耗などの苦難がありましたが、なんとか量産できる体制を確立することができ、特許も取得しました。

地際にステンレスワイヤーロープを緊張するためのフックについても、試行錯誤の末、ワイヤーを固定するフックと、フックを支柱に固定する方法を確立しました。

ステンレスワイヤーロープの施工は簡単です。立てた支柱にフックをはめて地面まで落とし、ワイヤーロープをフックに 1 周させ巻き付けます。上からクサビを打ち込み、フックを固定しますが、この時、フックが地面に潜り込むことで、ワイヤーロープがより緊張するようになっています。

ワイヤーロープを緊張することで、地面にネットを固定する杭の打設が減らせます。スカート部分の固



図ー8 引き上げ荷重試験結果



図ー9 製品説明（ソリッドン工法）

定用に1本、あとは地形に応じて、ワイヤーロープの押さえに打つだけになり、支柱間3m当たりの杭の打設本数は、従来の5本から、1～2本に減らせます。

これまでに、浜松市内の民有林5箇所、国有林2箇所の再造林地で設置いただき、最初の現場は1年10か月経過（令和7年2月時点）しました。徳島県でも3箇所で採用されています。すべての場所で、問題なく機能しています。

6 設置費用

設置費用（2023 年）を表－1 に示しました。静岡県の規格で延長100m当たりの数量、金額になります。

①支柱と②控えロープの資材量はどちらも同じです。③ネットは、ソリッドン工法の方が100mあたり10,500円高くなり、④フック（S-ONフック）とステンレスワイヤーロープの費用がさらに掛かります。しかし、⑤プラスチック杭は使用本数が減る分安くなります。資材費の合計では100mあたり2万円弱高くなりました。

一方、⑥労務費は、ソリッドン工法の方が0.54人工少なく済みました。これは主に杭の打設本数が減ったことによります。

設置費用の合計では6,420円高くはなりました。しかし、設置後の被害発生リスクの低減や、点検・補修の軽減が期待できる点を踏まえると、ソリッドン工法には、この差額を埋めて余る効果があると考えています。

7 まとめ

株式会社ヤマイチネットと静岡県は、造林地の獣害対策として、防護ネット柵の高機能化に協力して取り組みました。

まず、網糸に硬質のステンレス鋼線を混撚したネットを開発して、切断強度を向上させました。つぎに、ネットをめくられてシカ等に侵入されないよう、地際部分にステンレスワイヤーロープを緊張するためのフックを開発しました。

これらにより、従来品よりもシカ・イノシシに侵入されにくい高規格の防獣ネット柵「ソリッドン工法」を製品化しました。これからの造林地獣害対策や植生保護に活用いただけると幸いです。本製品の利用は、柵の設置や維持管理に掛かる労務負担の軽減にもつながります。

表－1 設置費用（静岡県規格 延長100m当たり）

項目	ソリッドン 工法		軟質ステン レスネット	備考
① 支柱 +キヤップ	51,000円 34本	=	51,000円 34本	φ38mm×2.4m
② 控え （ロープ+杭）	2,315円 17本	=	2,315円 17本	φ6mm×55m L型43cm
③ ネット （上端ロープ含）	72,450円 硬質ステン混撚	>	61,950円 軟質ステン混撚	1.8m+0.3m 0.19mm×8本
④ フック +ワイヤーロープ	17,950円 34個+102m	>	0円 －	クサビ含む φ2.0mm
⑤ 杭 +結束線	6,031円 67本	<	14,723円 167本	L型43cm ネット固定用番線
資材費 計	149,746円		129,988円	
⑥ 労務費	89,661円 3.63人	<	102,999円 4.17人	普通作業員 社内歩掛データ
合計	239,407円		232,987円	差額6,420円