

# シカ防護柵設置方法の工夫

～低コストかつメンテナンスの省力化を目指して～

近畿中国森林管理局 和歌山森林管理署 大井田 明優  
児玉 浩稔

## 1. 背景

近年、我が国の多くの造林地において、シカの増加により新植苗木の食害が深刻化し、防護柵を設置してシカ被害を防ぐことが必要不可欠になっています。しかし、防護柵の設置費用は地拵えから下刈りまでの保育費用と同額程度が必要で、林業経営を行っていくうえで大きな負担となっています。

このため、防護柵の張り方及び使用材料の選定等を工夫し、低コストでメンテナンスの省力化を目指した防護柵設置方法を検討することになりました。

## 2. 実行内容と結果

本研究では(2)、(3)で後述する2つの防護柵設置方法について設置試験を行いました。そして、多くの林業地で広く一般的に用いられている一般的な防護柵の張り方と資材費と重量、防護効果の比較検証をしました。

### (1) 一般的な防護柵の張り方について

本研究で定義した一般的な防護柵の張り方を紹介します。

「縦張り(ステンレス入りネット使用)」、「スカートネット使用」、「支柱は全て繊維強化プラスチック(FRP)製支柱」と定義しました。仕様と標準図については図-1に示すとおりです。

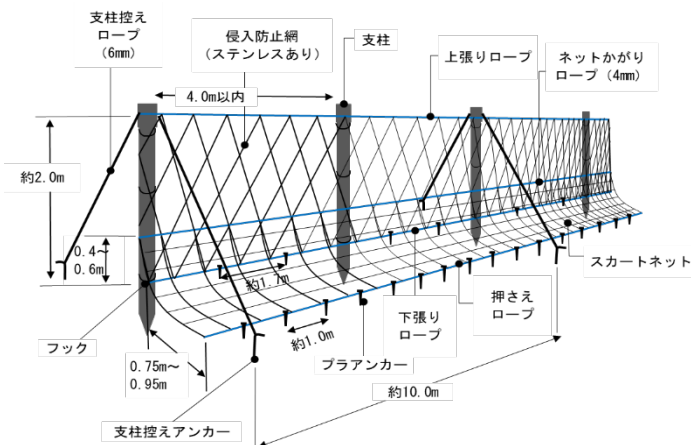


図-1 一般的な防護柵の仕様と標準図

### (2) 斜め張り設置試験

#### ア 斜め張りの概要

斜め張りとは、防護ネットを図-2のように斜めに設置する方法のことです。

埼玉県等が研究開発した斜め張りの設置方法の一つである「さいねっと」を参考に、斜めに長く防護ネットを設置しました。

防護ネットを斜め張りすることで、次のとおりシカの進入防止効果が期待されます。

①シカが防護ネットの下へ潜り込み進入しようとしても、ほふく前進による防護ネットとの接触距離が長いため潜り込みによる

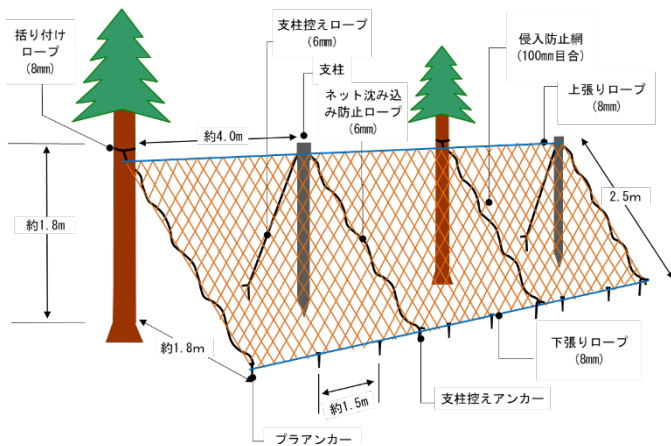


図-2 斜め張りの仕様と標準図

進入が困難。

②防護ネットの上をシカが歩いても近づいた際、支柱に近づくにしたがって防護ネットが足に絡む位置がより高くなるため、進行方向に進むことができない。

なお、今回の試験では、低コスト化を図る目的で、使用する防護ネットにはステンレスを編み込んでいない規格のものを採用しました。この防護ネットの採用により資材価格が安くなるとともに重量の軽減が図れることから、防護ネットの設置施工費及び運搬費のコスト低減と実用性を検証しました。

## イ 試験地概要

試験は和歌山県西牟婁郡すさみ町にある宮城川国有林 60 林班い小班で行いました。

## ウ 施工内容

施工期間は平成 29 年 2 月 22 日～平成 29 年 2 月 25 日です。

施工延長は 0.4 km で、支柱には周囲の立木を一部利用（以下、立木支柱という）しました。立木支柱とはこれまで防護柵の支柱として主として用いられてきた F R P 製支柱の代わりに立木を支柱として利用する方法のことです。

今回の施工では、F R P 製支柱と立木支柱の使用割合は 3 : 7 で施工しました。

施工完成時の状況は、写真-1 で示すとおりです。



写真-1 斜め張り施工完成状況

## エ 防護効果の検証

斜め張りによる防護効果を検証するために、平成 29 年 11 月から月 2 回程度の頻度で防護柵の巡視を行いました。その結果、イノシシによる潜り込みによる侵入は 1 回見られましたが、シカの潜り込みによる侵入はありませんでした。

しかし、ネットの噛み切りによる被害が多くみられました。図-3 は現場巡視で発見したシカとウサギ等によるネット噛み切り被害の箇所数を表しています。写真-2 はシカ、写真-3 はウサギによると見られる被害状況写真です。噛み切り箇所は、現場巡視時に結束バンドを用いて補修していましたが、次の巡視の際に別の箇所が噛み切られているという状況でした。

また、センサーカメラで定点撮影をしているとウサギのネットのすり抜けが観察されました（写真-4）。そして、多くの苗木がウサギによる食害をうけてしまいました。



写真-2 シカによる噛切被害



写真-3 ウサギによる噛切被害



写真-4 ウサギのネットすり抜け

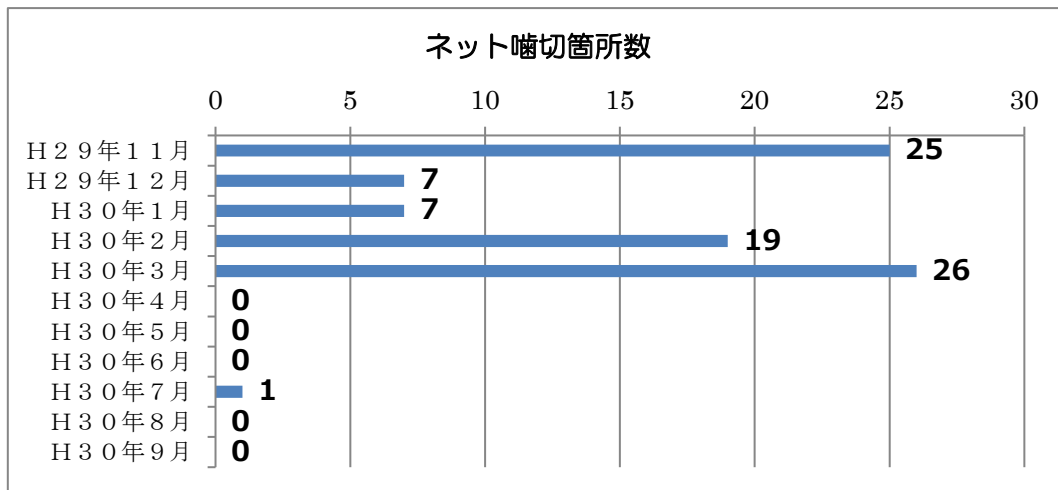


図-3 月ごとのネット噛み切り被害箇所数

そこで、シカとウサギによる噛み切り被害とウサギによるネットすり抜けを防止するための対策を講じることにしました。

噛み切り被害の特徴を観察すると、被害箇所はシカやウサギの口が届く範囲である地面から高さ1m以内に集中していることがわかりました。そこで、平成30年4月に市販品のアニマルネット（規格：16mm目合、縦1m×横50m）と結束バンド（写真-5）を用いて、防護ネット下部へ重ね張り施工を行いました。

アニマルネットの採用理由は次のとおりです。

- ①アニマルネットは目合いが16mmと細かく、動物の口が入りにくいいため噛み切ることが困難であり、また、ウサギのすり抜け防止には十分な目合いであると考えたこと。
- ②縦幅が1mあり、噛み切り被害の状況に合ったサイズであったこと
- ③ホームセンター等で購入でき、入手が容易で、かつ安価であること

写真-6は、重ね張りの施工完成時の写真です。図-3で示すとおり、重ね張り施工（平成30年4月）以降に、防護ネットの噛み切り被害はほとんど見られなくなりました。

写真-7は、アニマルネット重ね張り施工後にセンサーカメラで撮影されたシカの様子です。施工後も多数のシカが確認されましたが、噛み切り被害は激減しアニマルネット重ね張りによる被害防止効果の高さが証明されました。

これらの検証の結果、当署にて施工し、工夫した斜め張りは、低コストで防護効果の高いものができました。



写真-5 アニマルネットと結束バンド 写真-6 重ね張り施工完成写真 写真-7 シカの生息状況

## オ 資材費と重量の検証

### (7) 検証に際して

一般的な防護柵の張り方と斜め張りの比較については、それぞれ予定価格積算に用いた資材リストで行いました。また、比較単位は ha あたりと定め、1ha を一辺 100m の正方形で囲むことを想定しています。つまり、ha あたりの防護柵延長は 400m (100m × 4) として算出しました。

また、立木支柱の使用実績と重ね張りした 16 mm 目合の防護ネットを比較要素に含めて算出しています。算出に使用した資材の規格、ha あたりの数量、価格、重量の内訳は表-1、表-2 に示すとおりです。

表-1 資材費の内訳

資材	仕様・規格	単価	必要数量/ha	資材価格/ha	資材価格計/ha		
一般的な張り方 (支柱除く費用)	侵入防止網(標準張り:ステンレスあり)	●PE200d/120本以上 ●ステンレス線0.29mm×4本 ●100mm目合 ●1.8m×50m×1巻	¥28,500	9	¥256,500		
	上張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	¥1,600	9	¥14,400		
	下張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	¥1,600	9	¥14,400		
	ネット固定用アンカー	●ABS樹脂製 ●L=430mm以上	¥100	886	¥88,600		
	スカートネット(標準張り)	●PE100mm目合×1.35mm×50m	¥5,500	9	¥49,500	¥445,300	
	上張りロープ(標準張り)(スカートネット用)	●PE4φ×55m×1巻	¥600	8	¥4,800		
	下張りロープ(標準張り)(スカートネット用)	●PE4φ×55m×1巻	¥600	8	¥4,800		
	結束バンド	●SGケーブルタイ ●SG-200 ●100本入/袋	¥700	9	¥6,300		
	扉用支柱	●FRP φ35mm×2.4m	¥1,500	4	¥6,000		
	斜め張り (支柱除く費用)	侵入防止網(斜め張り)	●PE200d/80本(または400d/40本) ●100mm目合 ●2.5m×50m×1巻	¥10,500	9	¥94,500	
上張りロープ(本体ネット用)		●PEロープ 8φ×55m×1巻	¥1,600	9	¥14,400		
下張りロープ(本体ネット用)		●PEロープ 8φ×55m×1巻	¥1,600	9	¥14,400		
ネット固定用アンカー		●ABS樹脂製 ●L=430mm以上	¥100	316	¥31,600		
重ね張り用アニマルネット		●PE16mm目合 ●1.00m×50m×1巻	¥1,834	9	¥16,506	¥202,506	
結束バンド		●SGケーブルタイ ●SG-200 ●100本入/袋	¥700	7	¥4,900		
扉用支柱		●FRP φ35mm×2.4m	¥1,500	4	¥6,000		
ネット洗み込み防止ロープ		●PEロープ 6φ×55m×1巻	¥1,200	6	¥7,200		
ネット洗み込み防止アンカー		●異形鉄アンカー ●10mm×600mm以上	¥130	100	¥13,000		
新たな斜め張り (支柱除く費用)		上張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	¥1,600	9	¥14,400	
	下張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	¥1,600	9	¥14,400		
	ネット固定用アンカー	●ABS樹脂製 ●L=430mm以上	¥100	316	¥31,600		
	侵入防止網(アニマルネット)	●PE16mm目合 ●2.00m×50m×1巻	¥3,685	9	¥33,165	¥124,865	
	結束バンド	●SGケーブルタイ ●SG-200 ●100本入/袋	¥700	7	¥4,900		
	扉用支柱	●FRP φ35mm×2.4m	¥1,500	4	¥6,000		
	ネット洗み込み防止ロープ	●PEロープ 6φ×55m×1巻	¥1,200	6	¥7,200		
	ネット洗み込み防止アンカー	●異形鉄アンカー ●10mm×600mm以上	¥130	100	¥13,000		
	FRP製支柱費用	支柱(セパレート式上部)	●FRP 径33mm以上×長さ1.9m以上	¥600	100	¥60,000	
		支柱(セパレート式基礎部)	●FRP 径26mm以上×長さ1.0m以上	¥550	100	¥55,000	
支柱(キャップ)		●ロープ止め付きキャップ ●POM製	¥240	100	¥24,000	¥161,800	
ポール控え用ロープ		●PE6φ×55m×1巻	¥1,200	8	¥9,600		
支柱控用 アンカー		●異形鉄アンカー ●10mm×600mm以上	¥130	100	¥13,000		
立木利用費用	括りつけロープ(立木利用 上部)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	¥1,600	8	¥12,800	¥16,400	
	括りつけロープ(立木利用 中間部)	●PEロープ 4φ×55m×1巻	¥600	6	¥3,600		

表-2 重量の内訳

資材	仕様・規格	重量	必要数量/ha	資材重量/ha	資材重量計/ha		
一般的な張り方 (支柱除く重量)	侵入防止網(標準張り:ステンレスあり)	●PE200d/120本以上 ●ステンレス線0.29mm×4本 ●100mm目合 ●1.8m×50m×1巻	11kg	9	99kg		
	上張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	1.6kg	9	14.4kg		
	下張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	1.6kg	9	14.4kg		
	ネット固定用アンカー	●ABS樹脂製 ●L=430mm以上	0.1kg	886	88.6kg		
	スカートネット(標準張り)	●PE100mm目合×1.35mm×50m	3kg	9	27kg	255.5kg	
	上張りロープ(標準張り)(スカートネット用)	●PE4φ×55m×1巻	0.4kg	8	3.2kg		
	下張りロープ(標準張り)(スカートネット用)	●PE4φ×55m×1巻	0.4kg	8	3.2kg		
	結束バンド	●SGケーブルタイ ●SG-200 ●100本入/袋	0.1kg	9	0.9kg		
	扉用支柱	●FRP φ35mm×2.4m	1.2kg	4	4.8kg		
	斜め張り (支柱除く重量)	侵入防止網(斜め張り)	●PE200d/80本(または400d/40本) ●100mm目合 ●2.5m×50m×1巻	7kg	9	63kg	
上張りロープ(本体ネット用)		●PEロープ 8φ×55m×1巻	1.6kg	9	14.4kg		
下張りロープ(本体ネット用)		●PEロープ 8φ×55m×1巻	1.6kg	9	14.4kg		
ネット固定用アンカー		●ABS樹脂製 ●L=430mm以上	0.1kg	316	31.6kg		
重ね張り用アニマルネット		●PE16mm目合 ●1.00m×50m×1巻	3.1kg	9	27.9kg	172.8kg	
結束バンド		●SGケーブルタイ ●SG-200 ●100本入/袋	0.1kg	7	0.7kg		
扉用支柱		●FRP φ35mm×2.4m	1.2kg	4	4.8kg		
ネット洗み込み防止ロープ		●PEロープ 6φ×55m×1巻	1kg	6	6kg		
ネット洗み込み防止アンカー		●異形鉄アンカー ●10mm×600mm以上	0.1kg	100	10kg		
新たな斜め張り (支柱除く重量)		上張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	1.6kg	9	14.4kg	
	下張りロープ(本体ネット用)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	1.6kg	9	14.4kg		
	ネット固定用アンカー	●ABS樹脂製 ●L=430mm以上	0.1kg	316	31.6kg		
	侵入防止網(アニマルネット)	●PE16mm目合 ●2.00m×50m×1巻	5.5kg	9	49.5kg	131.4kg	
	結束バンド	●SGケーブルタイ ●SG-200 ●100本入/袋	0.1kg	7	0.7kg		
	扉用支柱	●FRP φ35mm×2.4m	1.2kg	4	4.8kg		
	ネット洗み込み防止ロープ	●PEロープ 6φ×55m×1巻	1kg	6	6kg		
	ネット洗み込み防止アンカー	●異形鉄アンカー ●10mm×600mm以上	0.1kg	100	10kg		
	FRP製支柱重量	支柱(セパレート式上部)	●FRP 径33mm以上×長さ1.9m以上	1kg	100	100kg	
		支柱(セパレート式基礎部)	●FRP 径26mm以上×長さ1.0m以上	1.1kg	100	110kg	
支柱(キャップ)		●ロープ止め付きキャップ ●POM製	0.2kg	100	20kg	278kg	
ポール控え用ロープ		●PE6φ×55m×1巻	1kg	8	8kg		
支柱控用 アンカー		●異形鉄アンカー ●10mm×600mm以上	0.4kg	100	40kg		
立木利用重量	括りつけロープ(立木利用 上部)	●PEロープ 8φ×55m×1巻	1.6kg	8	12.8kg	16.4kg	
	括りつけロープ(立木利用 中間部)	●PEロープ 4φ×55m×1巻	0.6kg	6	3.6kg		

### (1) 検証結果

資材費（支柱利用割合はFRP製支柱：立木＝3：7）の比較では、一般的な防護柵の張り方は606,900円/ha、斜め張りは262,466円/haとなり、57%削減することができました（図-4）。

重量（支柱利用割合はFRP製支柱：立木＝3：7）に関しては、一般的な張り方は533.5kg/ha、斜め張りは267.68kg/haとなり、50%削減することができました（図-5）。このことから、資材重量の軽減により運搬コストの軽減にも大きく寄与できることがわかりました。

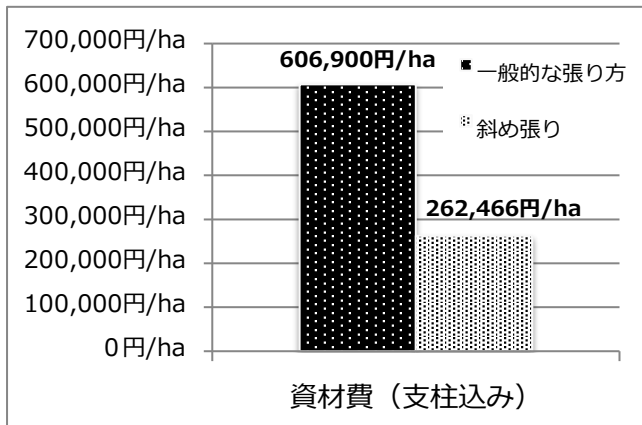


図-4 資材費の比較

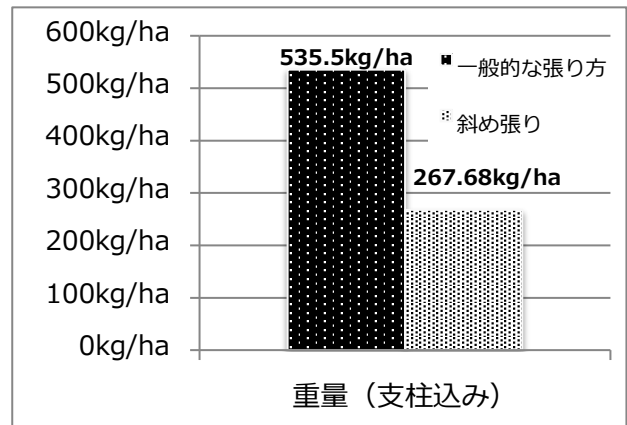


図-5 重量の比較

### (3) 新たな斜め張りの設置試験

#### ア 新たな斜め張りの概要

前述（2）で実施した斜め張りの設置試験の結果、16mm目合のネットの重ね張りで一定の防護効果が認められたことから、16mm目合を本体ネットに用いた、さらなる資材費と重量の削減が期待できる斜め張りの張り方を考案し試験設置することにしました。仕様と標準図は図-6に示す通りです。

#### イ 試験地概要

前述（2）の斜め張りの設置試験地（和歌山県西牟婁郡すさみ町にある宮城川国有林60林班い小班）で実施することにし、一部を新たな斜め張りに張り替えることにしました。

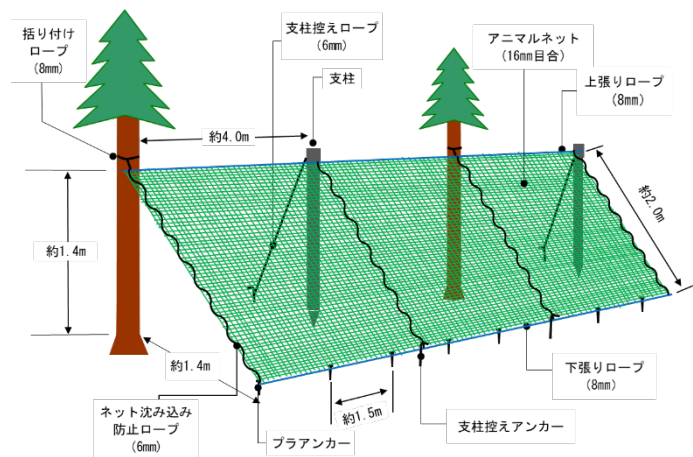


図-6 新たな斜め張りの仕様と標準図

#### ウ 施工内容

令和元年8月5日に設置し、施工延長約0.1kmを新たな斜め張りに張り替えました。施工完成写真は写真-8に示すとおりです。

## エ 防護効果の検証

現段階では施工して間もないため、防護効果については現場巡視や定点センサーカメラ等によって経過観察中です。

## オ 資材費と重量の検証

### (7) 検証に際して

算出に使用した ha あたりの資材の規格、数量、価格、重量は、2の(2)オ(7)と同様の考え方で、一般的な縦張り防護柵との比較検証を行いました。

資材と ha あたりに必要な資材の数量、価格・重量の内訳に関しては前述した表-1、表-2に示すとおりです。



写真-8 新たな斜め張り施工完成状況

### (イ) 検証結果

資材費（新たな張りの支柱利用割合はFRP製支柱：立木＝3：7）に関しては、一般的な防護柵の張り方は606,900円/ha、新たな斜め張りは184,625円/haとなり、70%削減できました。（図-7）

重量（新たな張りの支柱利用割合はFRP製支柱：立木＝3：7）に関しては、一般的な防護柵の張り方は535.5kg/ha、新たな斜め張りは226.28kg/haとなり、58%削減できました。（図-8）

この結果から、(2)の斜め張りからさらなる低コスト化を実現した張り方を提案することができました。

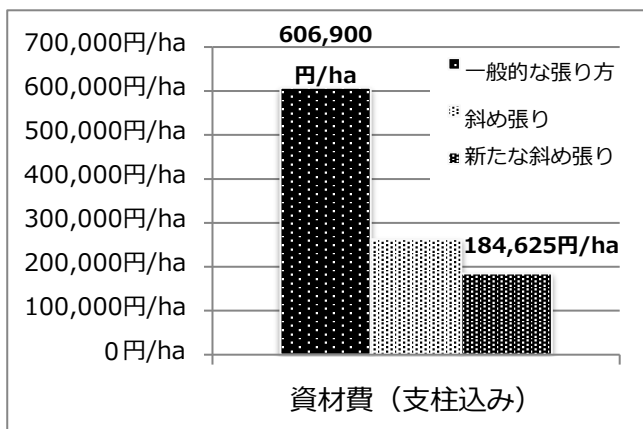


図-7 資材費の比較

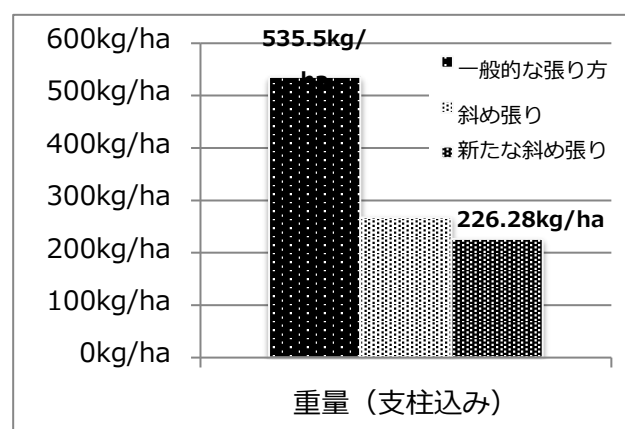


図-8 重量の比較

## (4) 立木支柱について

### ア 立木支柱試験設置

前述したとおり、(2)、(3)の防護柵設置試験でFRP製支柱の代わりに一部に立木支柱を利用しました。

## イ 立木支柱の費用と防護効果の検証

立木支柱を利用することでFRP製支柱の購入本数が削減でき、追加資材は防護ネットと立木支柱とを連結するロープの費用のみです。

また、立木支柱はロープを括り付けるだけの簡単な作業で防護ネットを張ることができるので従来のFRP製支柱と比較して施工が容易です。強度についても高いことが確認できました。

強度を確認した事例を紹介します。

防護ネットの斜め張りの試験地において、平成29年10月に暴風により、立木支柱間に倒木が発生しました（写真-9）。

従来のFRP製支柱であれば、倒木が防護ネット上に生じた場合でも、その荷重の耐えきれず倒れたり、折れ曲がってしまうことがあります。

今回の倒木では、立木支柱では支柱間の防護ネットがずり下がってしまうだけで、立木支柱に損傷は見られませんでした。写真-10は修繕後の状況です。倒木を除去した後にずり下がった防護ネットを持ち上げ、括り付けロープを結びなおすだけの簡単な作業で復旧ができました。このことから、立木支柱はFRP製支柱に比べ強度が高く、修繕も容易であることがわかりました。



写真-9 倒木による被害



写真-10 修繕後の状況

## 3. おわりに

本研究では、メンテナンスも含めた低コストを目指しシカ防護柵設置方法を工夫した試験を行い、その防護効果等について検証しました。

防護ネットの斜め張り、動物ネット（16mm目合）の重ね張り、動物ネットのみを使用した新たな斜め張り、FRP製支柱に代わる立木支柱の利用、全ての試験において、資材費、施工費、運搬費を削減することが証明できました。また、併せてメンテナンスの省力化を図ることが可能であることも紹介することができました。

ただし、防護柵の維持管理には少なくとも月1回程度の巡視は必ず行う必要があります。巡視は、早期の異常を把握し速やかに対応策を講じるため重要な業務だからです。

現状の林業界においては、低コスト化に向けた多様な取り組みが行われていますが、常日頃から問題解決に向けた努力が必要と考えています。今回の研究事例を参考にして頂き、少しでも低コストで造林できるよう工夫していただければ幸いです。私たちの職場では今回紹介した試験についても経過観察をしていくとともに、さらに低コストを意識した取り組みの検討をしていきたいと思っております。

## ・参考文献

- 1) さいねっと <http://www.daido-syo.co.jp/catalog/004/pdf/07.pdf> 2019.12.06閲覧

埼玉県寄居林業事務所森林研究室 公益社団法人埼玉県農林公社