

宮城北部森林管理署における斜め張り防鹿柵の事例報告

宮城北部森林管理署 地域統括森林官（気仙沼森林事務所） 栃木 玲
森林官（石巻森林事務所） 土谷 徹
森林官（鮎川森林事務所） ○小林あずみ

1. はじめに

宮城北部森林管理署（以下「宮城北部署」と言う。）では、ニホンジカ（以下「シカ」と言う。）の食害から造林木を守るため、若齢林に対し主に防鹿柵を主体とした防除を行ってきたが、造林時に加算される柵の設置経費が高額となることが問題となっていた。

そこで、平成 28 年度、従来の防鹿柵よりも設置経費を削減できるとされている、埼玉県、(公社)埼玉県農林公社及びネットの製造・販売を取り扱う大同商事㈱の三者が共同開発した新方式の防鹿柵（以下、「斜め張り防鹿柵」と言う。）を試験的に導入した。

今回の報告ではまず、宮城北部署での導入事例を元に、斜め張り防鹿柵の設置経費の削減率を検証した。そして、斜め張り防鹿柵の導入後の状況報告として、設置後の点検・補修実績をまとめた。最後に、防鹿柵は、部分的な破損でも柵全体の防除機能が喪失するため、日々の点検・メンテナンスが重要となるが、維持管理の経費まで考慮して比較を行っている例は少ない。点検・補修など維持管理費を含めた長期運用コストをシミュレーションすることで、斜め張り防鹿柵のメリット、デメリットについて考察してみた。

2. 導入地概要

鮎川森林事務所、気仙沼森林事務所の二箇所にて、斜め張り防鹿柵を導入した。

(1) 鮎川森林事務所(鮎川・斜め張り)

宮城県牡鹿半島を管轄する事務所であり、シカの生息密度は、牡鹿半島黒崎地区で平成 19 年に宮城県によって行われたブロックカウント法による調査から、52 頭/km²とされている¹⁾。東北でも強いシカの被植圧にさらされている地域であり、防除を行わない造林木には季節や樹種を問わず食害が発生し、盆栽様になるほか、樹皮剥ぎにより枯死に至る場合も多い。導入箇所は、半島のほぼ中央部に位置する谷川山国有林 530 と林小班であり、平成 28 年 7 月に設置した。柵延長は 2,050m(内、仕切り柵延長 286m)、造林地面積 3.38ha、平均傾斜は 32 度となっている。

(2) 気仙沼森林事務所(気仙沼・斜め張り)

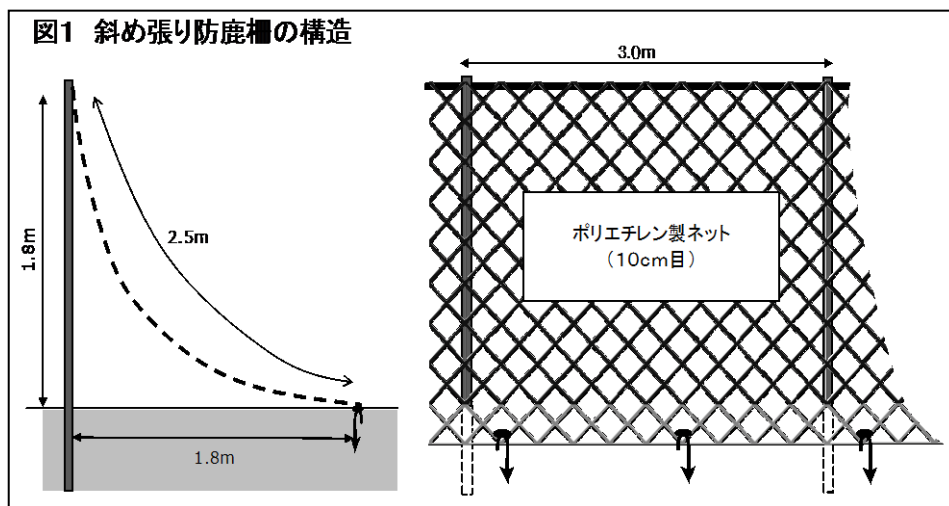
気仙沼北部の岩手県境に近い旧唐桑町大沢山国有林 304 の 2 林小班に、平成 28 年 6 月に設置した。柵延長は 970m、造林地面積は 3.46ha、平均傾斜は 31 度となっている。気仙沼地域は平成 14 年度時点ではシカ捕獲はなかったが、平成 27 年度には有害捕獲頭数だけで 659 頭捕獲されている(気仙沼市より聞き取り)。これは岩手県境(五葉山地域)から南下してきたと推測される¹⁾シカが増加しているためであり、近年、生息数が著しく拡大している。それに伴い造林木に対する食害も増大しており、今回国有林事業では初めて防鹿柵を設置する地域である。

3. 斜め張り防鹿柵および比較防鹿柵の仕様

(1) 斜め張り防鹿柵の仕様

斜め張り防鹿柵は、ネットを地面に対し垂直ではなく斜めに張る防鹿柵(図1)で、シカが侵入を試みると斜めに浮き上がったネットに四肢が引っかかり、侵入を回避したり、ネットに加わった力が左右に分散して壊れにくくなる²⁾とされている。

ネットの素材は、ポリエチレン製の10cm目、支柱は強化繊維プラスチック製、アンカーはプラスチック製が採用されており、設置資材費はメーカー公表価格で68,060円/100mである。近年主流となっているネット製の防鹿柵では、シカの角や頭がネットに絡んだり、噛み切りを防ぐため、網目を細かく、ネットもステンレスや強化繊維等で補強しているものが多いが、構造を簡素化することで柵部材の軽量化を図り、設置経費を削減している。また、網目を大きくすることで、柵の壊れる原因である瓦礫を通過させ、



シカの足が抜けるサイズになり、よりネットに足が絡みやすくなっている。しかし、簡素化したことで耐久年数は5年と短くなっており、長期間の防除が必要な場合は張り替えの必要がある。

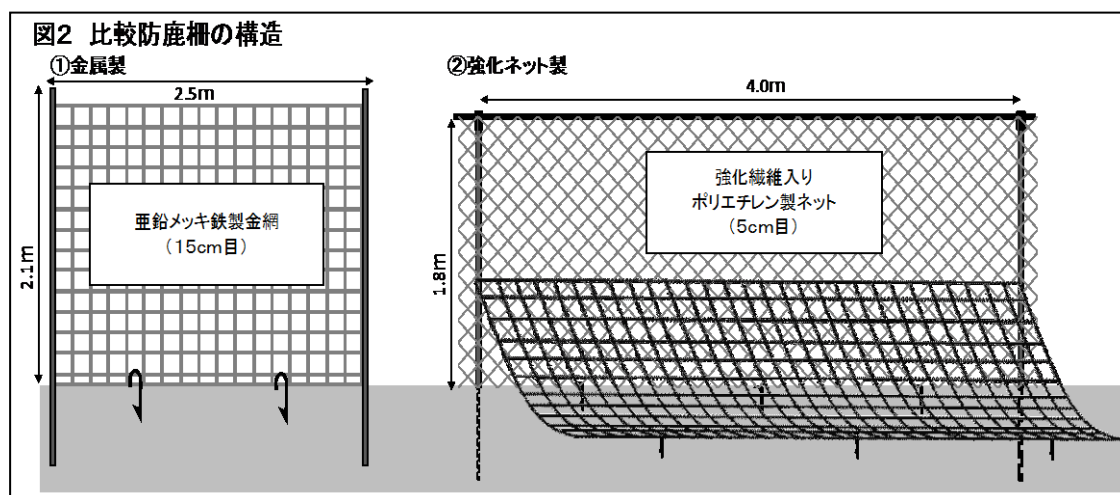
(2) 比較防鹿柵 1：金属製柵の仕様

今回、斜め張り防鹿柵と比較するため二つの防鹿柵を使用する。

まず、一つ目が、金属製防鹿柵(図2①)である。この防鹿柵は、以前から宮城北部署で使用してきた防鹿柵であり、亜鉛メッキ鉄線製(15cm目)の金網と、亜鉛メッキ鋼製の支柱、金属製アンカーが使用されている。全て金属で出来ているため大変頑丈で破損も少なく、耐久年数も15年と長期間にわたって使用可能である。しかし、その分設置資材費は241,650円/100m、設置人工も9.69人・日(メーカー公表データより)となっており、設置経費は安くなく、重いため運搬・設置に手間がかかる。

(3) 比較防鹿柵 2：強化ネット製柵の仕様

二つ目は、強化ネット製柵(図2②)である。この防鹿柵は、斜め張りと同じくポリエ



チレン製ネットを使用しているが、強化繊維が織り込まれており、網目幅も噛み切られないようシカの口が入らない5cm目と細くなっている。支柱は亜鉛メッキ鋼製で、プラスチックアンカーを使用、下からの潜り込みを防ぐためスカートネットも付属できる。耐久年数は7年、設置資材費は180,010円/100mとなっており、設置人工も4.72人・日である(耐久年数・資材費：メーカー公表データより、設置人工：メーカー公表データの設置人工に、資材総重量より算出した荷揚げ人工を加算した)。

4. 調査方法

(1) 設置経費削減率

宮城北部署の二箇所を導入した斜め張り防鹿柵の100m当たりの設置経費を以下の方法で算出し、他工法柵と比較、経費の削減率を計算した。

① 設置人工の算出方法

設置業者に記入を義務付けている作業記録表を使用し算出した。作業記録表には、作業月日、作業人数(人)、作業内容・柵完成進捗(m/日)、作業時間(集合、現地到着、作業開始、昼休み開始、作業再開、作業終了、現地出発、事務所解散の各時間)の記入箇所がある。これを一日ごとに柵設置人工(人・時間)を算出し、作業全日分を合計、時間から日あたりに換算(一日当たりの作業時間8時間として計算)、全体から100m当たりへ換算し直すことで、設置人工(人・日/100m)を算出した。

② 人件費の算出方法

人件費(円/100m) = 設置人工(人・日/100m) × 労務単価 17,500 円/日³⁾

③ 設置経費の算出方法

設置経費(円/100m) = ②人件費(円/100m) + ③資材費(円/100m)

(2) 点検・補修実績

宮城北部署では、柵周囲を徒歩で点検する直接巡視を、月1度の頻度で行っている。発見された破損は、小さなネット破損なら結束バンドにより穴を塞ぎ(簡易補修)、結束バンドで塞ぎきれない大きな破損はネットの張り替えをおこなう。また、裾が浮き上がっている箇所は、潜り込んで侵入するのを防止のため、石や倒木を置いたり、アンカーを打つ等で浮き上がりを防ぐ。鮎川、気仙沼、それぞれで、設置後～平成28年12月までに行った点検・補修実績をまとめ、破損・補修事例を集計した。

(3) 長期運用コストシミュレーション

宮城北部署の二箇所を導入した斜め張り防鹿柵、比較防鹿柵(金属製柵、強化ネット製柵)の4種類の長期コストをシミュレーションした。

① 柵点検歩掛かり

点検に必要な歩掛かりを計算するため、実際の点検実績より、100m当たりの柵点検歩掛かりを計算した。その際、鮎川(斜張)、気仙沼(斜張)、金属製柵は宮城北部署の実績、強化ネット製柵は宮城北部署ではほとんど採用していないことから、三陸中部署の実績を使用している。

今回のシミュレーションでは、斜め張りの設置期間がまだ短く、どれほどの頻度で破損が起きるのかの予測が付かなかったため、簡易破損以外の補修人工については含まないこととした。また、通常の人件計算は作業人数に実働時間をかけるのが通常だが、今回においては簡易補修しか含まないため、柵の周りを点検して歩く時間が作業時間のほとんどを占めてしまい、一班当たりの作業人数が増えても、一人で点検する

時間とほぼ変わらなかった。よって、班編制により結果に影響が及ばぬよう、一作業班につき一人で点検したとして人工数を計算している。

② 年間点検回数

一年間に必要な点検回数のことで、メーカーへの聞き取り、実際に行っている点検回数の2種類を調査した。

ア. 斜め張り防鹿柵

鮎川、気仙沼ともに現状では月1度点検を実施しているが、他業務に追われての点検回数であり、柵内へのシカの侵入も確認している。メーカーへの聞き取りでは、2～3週間に1度の点検が必要だと回答を受けたため、聞き取り回数を採用し、シカ密度の高い鮎川を2週間に1度点検する24回/年、気仙沼では3週間に1度点検する16回/年とした。

イ. 金属製柵

メーカーへ聞き取りを行ったところ、見回り点検は行わないとの回答を受けた。しかし、これは畑や牧草地など人の出入りする頻度の高い場所についてであり、山地に位置する造林地には当てはまりにくいと思われる。宮城北部署の金属製柵は、山地に餌の乏しくなる冬前に1度、春に1度の年2回の定期点検と、台風後には遠望による点検を実施しているため、金属製柵の年間点検回数は2回/年とした。

ウ. 強化ネット製柵

メーカーへ聞き取りを行ったところ、見回り点検回数は場所・状況により異なることから特に回数を設けていないとの回答を受けた。そこで、柵点検歩掛かり同様、三陸中部署へ聞き取りを行い、冬前、融雪後、台風後点検する3回/年とした。

③ 年間点検経費の算出方法

年間点検経費(円/年・100m) = ①点検歩掛かり(人・日/100m) × ②年間点検回数(回/年・100m) × 労務単価 17,500 円/日³⁾

④ 張替経費

柵は耐久年数を過ぎると、張り替えが必要となる。その際必要となる張り替え経費を次のように仮定し算出した(表1)。

表1. 張替経費

	耐久年数 (年)	張替経費 奇数回目	張替経費 偶数回目
斜め張り	5	¥28,460	¥68,060
金属製	15	-	-
強化ネット製	7	¥136,200	¥180,010

※奇数回は支柱以外、偶数回は全ての資材を張替え
※金属製柵は張り替えに適さないため、今回は考えない。

張替経費(円/100m) = 資材費(円/100m) + 張替人工(人・日/100m) × 労務単価 17,500 円/日³⁾

・資材費は、張り替え1回目は支柱以外の資材(ネット、アンカー等)を交換、2回目は全ての資材を交換、以後はこれを繰り返すと仮定して算出する。

・張替人工は、支柱以外の資材を交換

する人工を求めることが難しいため、全て設置時の人工と同じだと仮定する。

・耐久年数は、メーカーに聞き取りを行った。あくまで、一般的な指標であり、使用環境によって耐久年数以上の使用も可能だが、今回は耐久年数の次年度張り替えを行うとして計算する。

・金属製柵は、構造上張り替えに適さないため、今回張替経費は考えないものとする。

⑤ 防除年数

造林木に対するシカ被害には、シカ生息密度が低いうちより発生する『先端被食』

と、シカ密度が高くなるにつれ発生する『皮剥』があるが、先端被食を防除するにはシカの口が造林木の先端に届かなくなる樹高 1.6～2.0m程度まで成長する5年間を、皮剥被害を防ぐためには、ある程度樹皮が分厚くなるまで成長するための15年間防除する必要があると仮定し、防除年数を決定した。

⑥ 長期コストシミュレーション

設置経費に、③の年間点検経費を年毎に加算、耐久年数経過毎に④の張替経費を加算する。防鹿柵の撤去費用、処分費用については、全国的にも行った記録が少なく、未知数な点が多いため、今回は考えないものとする。

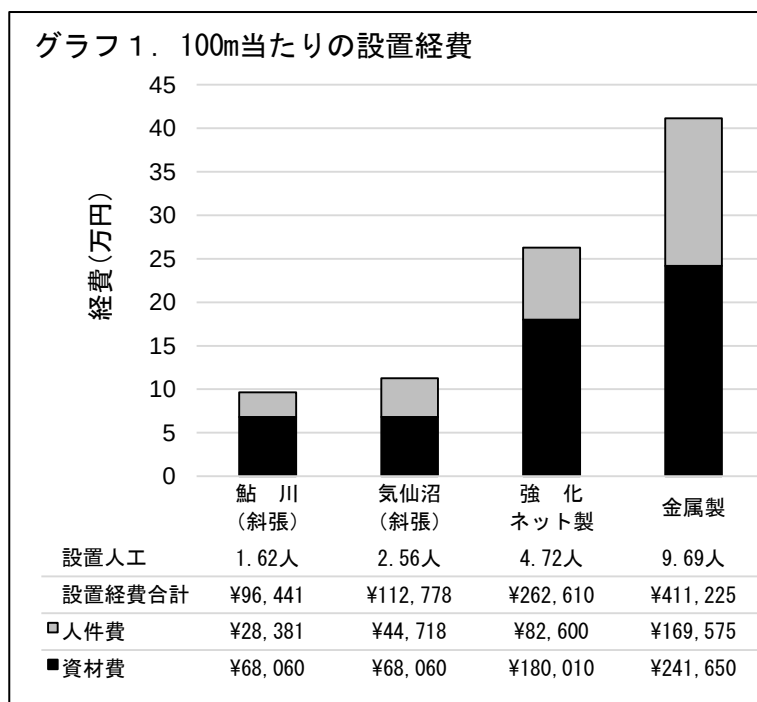
5. 結果

(1) 設置経費削減率(グラフ1)

設置人工は、鮎川(斜張)1.62人・日/100m、気仙沼(斜張)2.56人・日/100mとなり、人件費は、鮎川(斜張)28,381円/100m、気仙沼(斜張)44,718円/100mとなった。この人件費に資材費68,060円/100mを加算し、設置経費の合計は、鮎川(斜張)96,441円/100m、気仙沼(斜張)112,778円/100mとなった。

これは、金属製柵の設置経費合計411,225円/100mからみて、鮎川(斜張)で77%、気仙沼(斜張)で73%の経費削減であり、強化ネット製柵の設置経費合計262,610円/100mからみても、鮎川(斜張)で63%、気仙沼(斜張)で57%の経費削減となり、従来防鹿柵の半分以上の経費で設置することが出来た。

(2) 点検・補修実績



鮎川、気仙沼両斜め張り防鹿柵の点検・補修実績を(表2)にまとめた。鮎川では全8回点検・補修を行っており、内8月4日、10月20日は遠望で破損を発見し、一部のみ点検・補修を行っている。気仙沼では全5回補修・点検を行った。

具体的な破損の事例としては、『ネットの噛み切り・軽微破損』は鮎川、気仙沼ともに点検全日で発見された。網への『シカ掛かり』は、鮎川、気仙沼ともに3頭ずつ発生し、詳細は(表3)にまとめた。掛かる場所

は雄の角が多く、成獣が掛かった場合、3区画9mほどの柵が破損し、張替補修人工は平均0.75人・日かかった。『倒木』による破損は鮎川で3箇所、気仙沼で2箇所発生した。鮎川の倒木破損の内、1箇所は風倒木による破損、2箇所は林地残材が落ち、ネットを破いたもので、どれも同日に起こっている。チェーンソーと結束バンドにより処理を行ったが、記録の付け忘れにより修繕人工はわからなかった。気仙沼については、2

箇所とも強風による倒木被害が発生しているが、ネット自体には破損がなく、風倒木をはずすと、支柱の弾力により元に戻ったため、簡易破損として処理している。『潜り込み』の事例は、鮎川で1件確認している。潜り込み箇所を補修後も、造林木への食害被害を確認されたため、実際には他の箇所でも潜り込みが発生していると思われるが、目撃例がないため真偽はわからない。造林木への食害は、鮎川、気仙沼ともに発生しているが、圧倒的に気仙沼の方が食害被害が少ない。これは、気仙沼では柵の間から草が生えることで柵の隙間が塞がれ潜り込みを防いでいると考えられる。

表2. 点検・補修実績					
	月 日	人数 (人)	実働(時間)	点検延長(m)	破損状況
鮎 川 (斜張) H28.7設置 全長 2,050m	7月26日	1	3	613	潜り込み・シカ確認 シカ掛かり
	8月4日	6	2	-	
	8月26日	1	7	2,050	
	9月1日	5	2	2,050	
	10月11日	5	2.5	2,050	倒木処理
	10月20日	2	2.5	770	
	11月9日	3	3.5	2,050	
	12月13日	5	2	2,050	
気仙沼 (斜張) H28.6設置 全長 970m	9月6日	3	5	970	倒木処理 シカ掛かり
	10月12日～13日	3	4.9	970	
	11月1日～2日	1日:2 2日:3	5 1.2	670 300	
	11月29日	3	5	970	倒木処理
	12月21日	3	2.8	970	

※ネット噛み切り・軽微破損は点検全日に発見された。

表3. シカ掛かり事例							
		掛かったシカ 角・性別	生死	絡まり 場所	破損 区画数	補修方法	補修人工 (人・日)
気仙沼	①	5角・♂	死亡	角	3	ネット張替	0.75
	②	4角・♂	半死	角	3	ネット張替	0.5
	③	4角・♂	生存	角	軽微	GPS装着後放獣	-
鮎 川	①	1角・♂	生存	角	3	シカはずし ネット張替	1
	②	当歳児・?	死亡	不明	軽微	結束バンド止め	-
	③	当歳児・?	死亡	足	軽微	結束バンド止め	-
一頭当たり平均補修人工(軽微破損を除く)							0.75

(3) 長期運用コストシミュレーション

シミュレーションの過程を(表4)に、結果を(表5・グラフ2)にまとめた。低密度時防除の最低ラインである5年目までは、斜め張り防鹿柵、強化ネット製のコストはあまり変わらず、金属製柵より安価になる。しかし、高密度時の防除ラインである15年目以降では、金属製柵が耐久年数以上使用可能であれば、金属製柵が一番安く防除できる。強化ネット製柵と、斜め張り柵とは、あまり差のない結果となった。

6. 考察

各防鹿柵のメリット・デメリットを(表6)にまとめた。

斜め張り防鹿柵のメリットは、資材費・設置人工とも、他工法柵と比べると大変安価に設置でき、設置経費を他工法柵の半分以下にすることが出来る。しかし、防除力、耐久性には少々難があり、その分点検補修をこまめに行わなくてはならない。そのため、維持管理経費まで考慮すると、設置経費ほどのコスト差は見られなかった。

現状では、シカ密度の増加、山奥への設置や設置箇所の増加が起きると管理しきれなく

なり、造林木を守り切れない可能性も高い。しかし、設置経費が低いことを利用し、災害等で突発的に柵が壊れてしまった場合などに、安く張り直すができるという利点がある。

以上のことを踏まえると、シカ低密度生息地や、管理しやすい里山部の平坦地、谷部や急斜面など柵が壊れやすい場所への部分的な使用が適すと考えられる。また、斜め張り防鹿柵は開発されて日も浅く、噛みきりの多いネット下部の補強や、潜り込み防止のためのアンカーピンの配置方法など、改良の余地は十分ある。宮城北部署の斜め張り防鹿柵も設置して、一年も経たないため、今後とも点検を続けながら状況を観察していきたい。

表4. 年間点検経費

	柵点検歩掛かり (人・日/100m)	年間点検回数 (回/年)	年間見回り人工 (人・日/100m)	年間点検経費 (円/100m)
鮎川(斜張)	0.061	24	1.464	¥25,624
気仙沼(斜張)	0.059	16	0.942	¥16,487
金属製	0.055	2	0.111	¥1,940
強化型ネット製	0.026	3	0.077	¥1,346

表5. 長期コストシミュレーション結果

	鮎川(斜張)	気仙沼(斜張)	金属製	強化ネット製
年間点検経費	25,624	16,487	1,940	1,346
設置経費	96,441	112,778	411,225	262,610
1年目	122,065	129,265	413,165	263,956
2	147,689	145,752	415,106	265,303
3	173,312	162,239	417,046	266,649
4	198,936	178,726	418,987	267,996
5	224,560	195,213	420,927	269,342
6	※1 307,025	※1 284,878	422,867	270,689
7	332,649	301,365	424,808	272,035
8	358,272	317,852	426,748	※1 492,182
9	383,896	334,339	428,689	493,528
10	409,520	350,826	430,629	494,875
11	※2 531,585	※2 480,091	432,569	496,221
12	557,208	496,578	434,510	497,568
13	582,832	513,065	436,450	498,914
14	608,456	529,552	438,391	500,261
15	634,079	546,039	440,331	※2 764,217
16	※1 716,545	※1 635,704	442,271	765,564
17	742,168	652,191	444,212	766,910
18	767,792	668,678	※3 446,152	768,257
19	793,416	685,165	448,092	769,603
20	819,039	701,652	450,033	770,950

※1. 1. 3回目張替経費加算 ※2. 2回目張替経費加算 ※3. 耐久年数以上

グラフ2. 長期コストシミュレーション結果

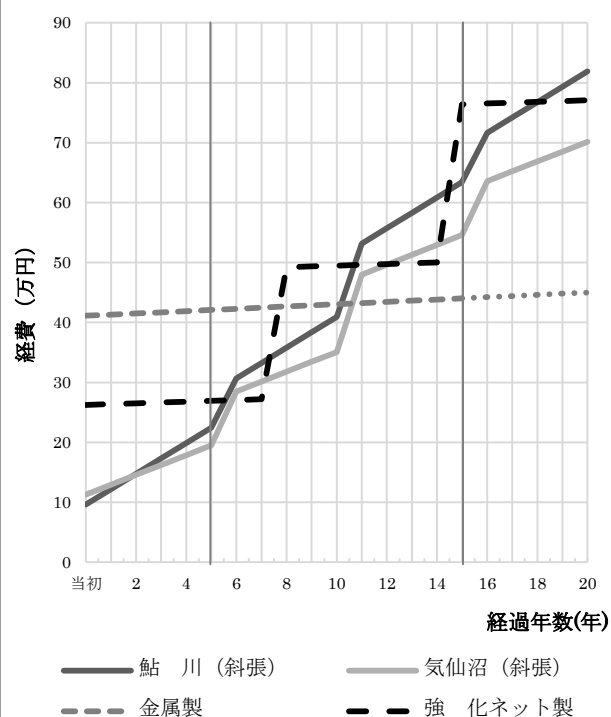


表6. 各防鹿柵のメリット・デメリット

	資材費	設置人工	防 除	耐久性	
斜め張り	◎	◎	△	△	低密度地域に
金属製	△	△	◎	◎	高密度地域に
強化型ネット製	○	○	○	○	オールマイティ型

7. 参考資料

- 1) 宮城県(2013)：宮城県ニホンジカ保護管理計画，2013 年
- 2) 池田和弘(2014)：「新方式のニホンジカ防護ネットの効果」関東・中部林業試験研究機関連絡協議会情報 38 号
- 3) 公共工事設計労務単価（宮城県平成 28 年度）