

胆振東部地震に起因した崩壊地での緑化試験による緑化状況・その4

1 はじめに

当社では、胆振東部地震災害発生（2018年9月6日3時7分）から約1年後の2019年（令和元年）9月17日から9月20日まで、地独）北海道立総合研究機構様（担当は森林研究本部林業試験場）から「大規模崩壊地森林造成実証試験その2委託業務」として受注した緑化工の施工を行っています。

当該業務の内容は、通常、航空緑化工としてヘリコプターで空中散布するスラリー（液体に固体を混ぜ合わせたもの）を、厚真町での3箇所（高丘8、高丘9、幌内）の小面積緑化試験地に、人肩運搬し、人力で散布するというものでした。スラリーは2種類散布していますが、このうちの緑化の成果が出ている「ECO バインド Air 工法」（以下「EBA」といいます。）について、2023年6月2日と10月26日の2日間、緑化状況の現地確認を行いました。EBA施工後、前者は3成長期を過ぎた春季に当たり、後者は4成長期を過ぎた秋季に当たります。以下、2023年及びこれまでの結果を報告します。



航空緑化工・スラリーの散布のイメージ

2 EBAの特徴

EBAは国土防災技術㈱が開発した工法で、「ECO バインド」やフルボ酸の植物活性剤「フジミン®」（販売元：サンスイ・ナビコ㈱）を配合していることに特徴があります。

「ECO バインド」は、もともと建築資材で土間や土壁に利用されていたもので、カルシウム、シリカやマグネシウムを主体とするミネラル系固化材で、当社では、落石の未然防止のための仮設の安全対策工としての使用も推奨しているものです。この固化材は、高い耐浸食性を発揮するとともに、植物の生育に障害を与えにくく、北海道のような積雪寒冷地向きです。

一方、フルボ酸は、森林土壌に微量含まれている有機酸で、土壌中のミネラルを効率的に植物内に取り入れることができるとともに、pHの緩衝能があります。

3 2023・EBA 現地確認結果

(1) 2023年のアメダス「厚真」での気象

2023年の夏は暑く、総雨量は多くはないものの、気象現象の極端化という傾向を、顕著に表した年と思われます。EBA施工地やその周辺にも大きく影響を与えていたと思われる気象について、「夏日」と「雨の降り方」で見えて行くこととします。

①「夏日」

2023年の夏は気温の高い日が多く、かつ、長期間続きました。アメダス「厚真」では、6月から9月までの夏日（最高気温25℃以上の日）の日をみると、81日です。2019年から2022年までの記録と比べて、2023年は極めて暑い日が多かったことがわかります。特に8月、9月の夏日が例年と比べて多い年となりました。

高温状態が長く続くと、EBAの実播植物にとっては、光合成量の増加が期待できる反面、乾燥害の危険もあります。

2019年：31日（6月：1日、7月：7日、8月：14日、9月：9日）
2020年：46日（6月：5日、7月：8日、8月：25日、9月：8日）
2021年：48日（6月：9日、7月：17日、8月：16日、9月：6日）
2022年：50日（6月：4日、7月：24日、8月：16日、9月：6日）
2023年：81日（6月：9日、7月：25日、8月：29日、9月：18日）

②雨の降り方

アメダス「厚真」の6月から8月までの3カ月間の降水量が256.5mmで、2022年の529mmに比べて少なくなりましたが、2020年の232mm、2021年の268mmと同程度です。

2023年の最大日雨量は6月30日の62.0mmが最大で、あまり大雨にはなっていませんが、雨の降り方は、これまでとは違う傾向がありました。アメダス「厚真」の6月から9月までの4カ月間の最大10分間降雨量で5mm以上の日数という尺度で見ると、2023年は8日で、例年の2倍以上となりました。

2019年：3日：（6月5日7.0mm、8月8日6.5mm、8月10日5.0mm）
2020年：1日：（9月5日9.5mm）
2021年：3日：（8月10日6.5mm、9月12日9.0mm、9月24日6.5mm）
2022年：3日：（7月20日13.0mm、8月9日13.5mm、8月16日7.5mm）
2023年：8日：（6月30日9.5mm、8月8日5.5mm、8月20日6.5mm、8月27日9.0mm、9月1日5.0mm、
9月5日8.5mm、9月12日9.5mm、9月14日7.5mm、）

2023年の8月、9月は、夏日の多く、短時間強雨も多かったと言えます。この短時間強雨の多さは、EBA 施工地では、実播した木本草本の生育にプラス要因ともなりうるりますが、むしろ、リル、ガリーの発達による侵食や土砂生産など、マイナス要因の方が多かったのではないかと考えられます。

（2）EBA 施工地等の状況

①高丘8（シカ柵あり・一部倒伏侵入可能）



高丘8全景 2020.06.04



高丘8全景 2023.10.26

高丘8は、シカ柵が設置され、一部倒伏しているものの、食害の痕跡からエゾシカの侵入は少なかったと考えられます。当該地は西日が当たらず比較的湿潤で緩傾斜で、EBA 施工地外では、実生のカラマツの生育は目立たず、中木層を形成した実生のケヤマハンノキ一斉林が目立っています。この一斉林は、EBA 施工地に比べても中木層が多く、地表層、草本層、低木層を欠いた森林の階層構造となっている、という特徴があります。

高丘8は、天然更新が容易であった試験区ということが言えると思います。

一方、実生のケヤマハンノキ林に埋没したように見える EBA 施工地は、短期間に地表層、草本層、低木層といった複層の森林の階層構造を形成し、表面侵食の防止などの森林の水土保持機能の発揮に寄与しています。



高丘 8 2020.06.04



高丘 8 2021.06.08



高丘 8 2023.10.26



高丘 8 EBA による植被状況 2023.06.02

2023 年の調査では、EBA での実播した草本類は、試験区で多少の差はあるものの、メドハギ、ヨモギの生育が順調で、ハードフェスクが目立たなくなっています。

②高丘 9 (シカ柵あり・一部倒伏侵入可能)



高丘 9 2021.06.04



高丘 9 2023.10.26

高丘 9 は、シカ柵が設置されていますが、一部倒伏しており、EBA 施工地の一部にシカ道が形成されていることから、エゾシカの侵入は多いと思われます。また、2023 年 6 月にエゾユキウサギ、エゾシカによるヤマハンノキの食害を確認しました。ヤマハンノキは肥料木ですが、同年 10 月の時点でも樹勢は回復していませんでした。

また、EBA 施工地上部にヨモギが多く、これまで地下茎を伸ばして施工地外へ生育範囲を拡大していましたが、2023 年は、あまり拡大は見られませんでした。当該地は高丘 8 とは違って、西日が当たり、夏場は乾燥しやすい条件化にあり、他の試験区と比べて、実播した植物は早くも緑色を失っていたことから、乾燥害が生じたのではないかと推測しています。

以上から、2023年時点での高丘9の森林化は足踏み状態にあると思われます。



高丘9 エゾユキウサギによる食害痕跡 2023.10.26



高丘9 EBA 施工地内シカ道 2023.10.26

③幌内（シカ柵あり）



幌内（シカ柵あり） 2023.10.26



幌内（シカ柵あり）EBA 施工地横のガリー 2023.10.26

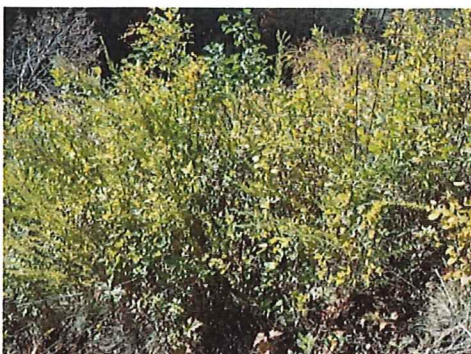
幌内（シカ柵あり）は、シカ柵が機能しているようで、食害は確認されませんでした。EBA 施工地横のガリーは、昨年よりもさらに縦浸食が進んでいますが、EBA 施工地自体の浸食はわずかでした。

EBA 施工地の斜面の途中に、マウンド状にミヤコザサなどの既存植生があり、施工地が上下に分かれています。その上部は土砂の流入があり、ヤマハギ、ヤマハンノキ、ハードフェスク、ヨモギなどが土砂に埋まりながらも生育していました。

一方、下部は、既存植生のマウンドによって守られているため、土砂の流入は少なく、ヤマハギが多く生育していて、上部に比べると成長は良いです。

当該地のヤマハンノキは、まだ、低木層段階ですが、土砂流入が多い割には順調に生育していると思われます。

⑤幌内（シカ柵なし）



幌内（シカ柵なし） 2023.10.26



幌内（シカ柵なし）土砂の流入 2023.10.26

EBA 施工地上部は、土砂の流入が多く、ヤマハンノキ、ヤマハギ、ハードフェスク、ヨモギが土砂に埋まりながらも生育しています。一方、下部では、ヤマハギ、ヤマハンノキが順調に生育しており、ホソバアキノノゲシ、クマイチゴの侵入も確認しました。

幌内（シカ柵なし）では、2019年9月24日に、EBA種子を実播し、その翌年、2020年6月4日の現地確認では、ハードフェスクばかりが目立って生育し、局所的にエゾシカの食害を確認しました。しかも、根こそぎの食害ではなく、その後の生育に、大きな支障を来すことはありませんでした。また、周辺にはミヤコザサ等もあり、ハードフェスクへの食害圧はさほど高くはないと思われます。2023年は、足跡はありましたが、食害は確認していません。



実播 16 日後ハードフェスクの発芽、生育
幌内（シカ柵なし） 2019.10.10



ハードフェスクのエゾシカ食害
幌内（シカ柵なし） 2020.06.04

そもそも、イネ科のハードフェスクは、西洋芝の寒地型芝草で、生育型は「叢生型（株立ち）」で、分けつで増えるタイプです。秋播きでしたが、実播後 16 日目の 10 月 10 日には、ハードフェスクの発芽、生育を確認しています。厚真町のような寡雪地帯は、雪のクリープやグライドよりも、凍上、凍結融解などが厳しいと思われませんが、ハードフェスクが安定的にいち早く芽や根を出して、「ECO バインド」などの「人工土壌」を緊縛したことが、凍結融解等による「人工土壌」の流出の危機を回避できた理由の一つであると考えます。

対照的に、当該地の緑化試験では、EBA の他に、「マルチプロテクション Air 工法」という、同量の「ECO バインド」を配合し、種子を入れず、周辺からの種子の散布を待ち受ける工法も行っていますが、この工法では、凍結融解などに耐えることができず、「人工土壌」が流出してしまいました。

4 2023・現地確認での特筆事項

(1) 水土保持機能

2023年6月2日に、幌内（シカ柵あり）では、EBA 施工地の土が湿潤状態で、施工地外の土が乾燥状態であるのとは対照的でした。気象庁の「厚真」の降水量データによると、2023年5月28日は5.5mmの降水がありましたが、それから、6月2日までの5日間は無降水でした。EBAにより、土壌の形成と保水力が向上したことを示しています。



水土保持機能 幌内（シカ柵あり） 2023.06.02

(2) 表面水の分散を図る土嚢筋工

高丘8では、EBA 施工地外に土嚢筋工が設置されており、これにより、表面侵食の防止、ガリーの発達を抑えていることが認められました。胆振東部地震の荒廃地で、ガリーの未発達などところでは、斜面を小ブロック化するとともに、表面水の分散を図る簡易な工法として、欠かすことができないものであると思われます。



土嚢筋工 2022.05.19



土嚢筋工 2023.06.26

(3) ガリーの発達

幌内では、EBA 施工直後の2019年と2023年の全景写真を比較すると、2019年ではEBAは象の背中に張った絆創膏程度でしたが、2023年になると施工地外の自然侵入したカラマツなどが成長し、EBAはさほど目立たなくなっていますが、一方で、ガリーの発達が目立っています。



2019.09.24 幌内



2023.10.26 幌内

幌内のガリーには、①縦浸食段階のもの、②縦浸食が基岩の泥岩層にぶつかり横浸食段階に移行したものの、の二つのタイプに分けられます。これらのガリーは、2022年8月16日の86mm、2022年9月23日の59.5mm、2023年6月30日の62.0mmといった日降雨量の影響もありますが、2023年の場合は、気象のところでも述べたように、短時間強雨の影響も大きかったのではないかと思います。



幌内 ガリー (縦浸食) 2023.10.26



幌内 ガリー (横浸食) 2023.10.26

幌内のガリーは、上記①タイプが多いですが、②のタイプも見られます。②タイプは、今後の大雨や短時間強雨の度に横侵食が発達していくことになり、水路工などで水規制をしなければならない段階まで来ています。

5 現地確認結果のまとめ

これまでの現地確認結果は、次のとおりです。

- (1) EBA で使用した植物のうち、草本のハードフェスク、ヨモギ、メドハギ、木本で窒素固定能力を有しているヤマハギ、ヤマハンノキは、当該試験区では、早期植被、そして、地表層、草本層、低木層、といった森林の階層構造を形成していること
- (2) 上記 (1) の植物のうち、イネ科のハードフェスクは、凍結融解等の厳しい当該地において、秋播き後、すばやく芽や根を出して、「ECO バインド」などからなる「人工土壌」の流出を防止し、その後の安定的な緑化につなげたこと
そして、ハードフェスクへのエゾシカの食害圧は強くはなかったこと
- (3) EBA は、「水付き、肥料付き、種子付き」の「人工土壌」の散布する工法で、耐侵食性、保水性にすぐれ、森林の水土保全機能の早期復元に資することができること
なお、この人工土壌上の実生のカラマツなどには、凍上による倒伏等は見られなかったこと
- (4) 実生のケヤマハンノキ、カラマツは、当該地でのパイオニア樹種であり、従って、種子の供給が可能であれば、初期緑化の有用樹種となりうること
- (5) 2023 年の夏は、高温でしかも短時間強雨が多いという、気象現象の極端化が見られ、これに伴い、試験区ではリル、ガリーが発達しているところも見られること
リルであれば斜面整地や筋工といった緑化基礎工、ガリーであれば、土留工、水路工といった山腹基礎工、といった土木的工事を、植栽工や航空緑化工などと合わせて行えば、山を治めやすくできると思われること
- (6) 2023 年に、高丘 9 ではヤマハンノキがエゾユキウサギ、エゾシカの食害を確認している。エゾシカ、エゾユキサギ、エゾヤチネズミなどによる獣害対策は、森林再生を進める上で、必要不可欠であること
- (7) 2023 年は、北海道で初めてカシノナガキクイムシによる「ナラ枯れ」の被害木が道南で確認されている。地球温暖化に伴い、北海道の森林に現れた異変の一つと考えられる。厚真町では、ミズナラ、コナラ林が多く存するため、「ナラ枯れ」は、当該流域の森林生態系や水土保全機能への影響が懸念される。森林再生だけでなく、森林保全という新たな課題が顕在化したと思われること

6 終わりに

胆振東部地震では、国内の明治以降の地震で最も崩壊面積が大きい土砂災害が発生したと言われており、発生時には 4300 ヘクタールの崩壊地が出現しています。

当該地で行った緑化試験での「ECO バインド Air 工法」は、スラリーを人力で散布しましたが、本来は、大型ヘリで 400 キログラム程度のスラリーをバスケットに積載し散布するもので、1 日 3 ヘクタール程度の施工も可能です。従って、航空緑化工は、大面積の崩壊地や運搬道がない山奥や遠隔地などに向けた工法です。

地球温暖化に伴う気象現象の極端化が進む中、森林吸収源対策、流域治水対策の観点から、或いは、コストパフォーマンス、タイムパフォーマンスの観点からも、できるだけ早期の森林化が時代のニーズになっていると思われます。