

2023・夕張市沼ノ沢での航空緑化工の緑化状況について

1 はじめに

2023年7月20日に、空知森林管理署様発注の航空緑化工事として、夕張市沼ノ沢の国有林（2341林班）において、2018年9月6日の胆振東部地震の際に発生した崩壊地、約0.8ヘクタールを対象に、大型ヘリコプターでスラリー（液体に固体を混ぜ合わせたもの）の散布が行われました。

当社では、スラリー散布から90日目に当たる2023年10月18日に、当該地の緑化状況を調査しましたので、以下、報告します。

2 緑化状況調査の経緯と目的

緑化状況調査の経緯は、当該地の山腹工設計等業務の受託者から当社に緑化に関する照会があり、これを受けて2022年9月16日に当該地の現地視察を行い、航空緑化工である「ECO バインド Air2 工法」（以下「EBA2」といいます。）や実播する植物種などを助言したことによります。

なお、当社では、胆振東部地震で発生した厚真町内の崩壊地を対象に、2019年9月に「ECO バインド Air 工法」（以下「EBA」といいます。）によるスラリー散布の試験施工を受託するとともに、その後の緑化、森林化過程の追跡調査も行ってため、その成果を踏まえて助言しています。

この厚真町での試験施工は、試験面積が極めて小規模なため、航空緑化工用のスラリーを、大型ヘリコプターではなく、人肩運搬して人力で散布しています。

緑化状況調査は、当社の高村悟司、木戸口和裕が行いました。調査の目的は、EBA2で実播された草本種子（ハードフェスク、ヨモギ、メドハギ）の生育状況の確認、「ECO バインド」などの緑化材料の適合性の検討です。2023年の夏季が酷暑であったことが、調査実施の大きなモチーフとなっています。



夕張市沼ノ沢の崩壊地 2022.07.15（受託者提供）



スラリーの運搬 2023.07.20（受託者提供）

3 当該地での EBA2 材料の特徴

EBA2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、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。

なお、当該地では、EBA2 の標準配合にはない「稚内珪藻土（稚内層珪藻頁岩粉砕物 2.5～8mm）」を「ECO バインド」の標準配合量から 10%減じた見合い分を配合しています。

稚内層珪藻頁岩は、北海道稚内市などで採掘され、珪藻（単細胞性の藻類のグループ）が堆積してできた頁岩で、その粉砕物は高い調湿性を持つことから、建築資材などに利用されています。

当社では、「稚内珪藻土」の保水力、保肥力に着目し、土壌改良材として、当社の CSR 活動における桜の樹勢回復に使用しています。また、「稚内珪藻土」は、天然植物性鉱物であり、土壌微生物の住処となる空隙も多く含んでいます。

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。

EBA2 では、通常、フルボ酸の液体の植物活性剤「フジミン®」の配合ですが、当該地では、フルボ酸の固形の植物活性剤である「フジミン®Forest」も付加しています。「フジミン®Forest」には、ペレット状と細粒状のものがありますが、当該地では、スラリーの流動性を考慮して、細粒状のものを使用しています。



稚内珪藻土（稚内層珪藻頁岩粉砕物 2.5～8mm）



フジミン®Forest（細粒状）

「フジミン®Forest」の配合の目的はフルボ酸の有する pH の緩衝能の持続性を高めるためです。その理由は、2022 年 9 月 16 日の現地視察結果及び土壌分析結果に基づくもので、次のとおりです。

- ①崩壊地内に橄欖岩と思われる岩石が散見されたこと
- ②崩壊発生から約 4 年を経ている割には、周辺から植生の侵入が少なく、土砂移動のほかに土壌由来の要因もあると思われること
- ③表層土を 2 箇所採取して分析した結果では、pH は 7.01、6.91 の値を示したこと
崩壊発生後 4 年を経ている中で、雨水などでアルカリ溶脱が発生しやすい表層土で、この値は、森林土壌としては、むしろ、アルカリ性と言っても良い数値であること
- ④表層土の分析結果は、カルシウム、マグネシウムの含有量も多く、これを反映して、塩基飽和度 121、105 となっていること

4 当該地の緑化状況

(1) 当該地の概況

当該地は志幌加別川の右岸にあたる山腹の上部に位置し、周辺の森林は、エゾマツ、トドマツ、ミズナラ、シナノキ、イタヤカエデなどが見られる針広混交林で、下層植生は、クマイザサなどで、北海道の亜寒帯林の代表的な林相を呈して

います。

また、溪流沿いではなく、山の中腹に当たるところでは、カツラやヤチダモといった湿潤なところを好む大木が見られ、古い地すべり地形や水との関係性を物語っています。

エゾシカの足跡が溪流沿いで見られ、フッキソウやオシダなどが目立ち、周辺の森林での長年に渡るエゾシカ被害を示していました。

また、周辺の森林は天然林で、エゾシカが降雪を凌げる針葉樹人工林はないため、越冬地とはなっておらず、従って、クマイザサなどは軽微な被害にとどまっていました。

(2) EBA2 施工地の状況

国道 452 号線のメロンドーム付近から見ると、2019 年 9 月 16 日は、土色の大きな崩壊地の方が確認できました。当該地及びその周辺は、地すべり地形を呈しており、崩壊地の上部は、地すべりの上部の小ブロックの末端部に当たる崖地に当たると考えられており、この崖地が目立っていました。

ところが、スラリー散布から 90 日目に当たる 2023 年 10 月 18 日に、メロンドーム付近から見ると、当該地は、うっすらと緑色を呈し、周囲の森林との区別がつきにくくなり、緑化が進んだことが遠景からもうかがえました。



沼ノ沢の崩壊地 2022.09.16



沼ノ沢の崩壊地 2023.10.18

当該地には、既存植生のほかに、急崖地、崖錐地などのギャップがありますが、そのギャップにおいて、EBA2 で配合した草本類 3 種、ハードフェスク、メドハギ、ヨモギ、の生育を確認しました。

EBA2 のスラリーは、「ECO バインド」「稚内珪藻土」などの土壌基材に「水付き、肥料付き、種子付き」のいわば「人工土壌」です。この人工土壌が地面に付着し、草本類 3 種が芽吹いており、付着状況の観察の結果、緑化材料の配合やその均質性などに問題はないと思われました。



緑化状況 2023.10.18



ハードフェスク等の生育 2023.10.23



緑化状況 2023.10.18

総体的は、草本類 3 種は順調な生育と言えますが、次のような局所では、「人工土壌」が流亡して、緑化が不成績となっていました。

- ①急崖で岩が露出しているところ
- ②崖錐で転石が多いところ
- ③ガリーが発達しているところ
- ④エゾシカによるシカ道となっているところ

もともと人工土壌は薄い被膜で、岩盤上ではすぐに不透水層となるため、植物の根を伸ばしていく空間が少なすぎます。土砂が動かないところ、岩と岩の隙間の土部分などでは緑化されていますが、それ以外は、筋工などによる表面水の分散やシカの侵入防止柵の設置などをしなければ、安定的な緑化は望めないと思われます。



既存植生 2023.10.18



ガリーでの植生 2023.10.18

厚真町での試験施工では、ヤマハンノキ、ヤマハギの生育が良いため、当該地においては、この2種の木本類の散布が望ましいと思われましたが、2023年は北海道にもともと天然分布する樹種の種子の入手は市場性から困難な状況でした。

このため、草本類だけの散布となって森林化のタイムパフォーマンスは少し悪くなりますが、草本緑化により、土砂移動が抑えられるため、周辺森林から自然侵入する木本の種子が捕捉され、発芽や埋土種子となることが期待できます。

(3) エゾシカの食害等

実播した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。当該地では、エゾシカによるシカ道沿いのハードフェスクの食害が見られましたが、根こそぎではないので、2024年の春には、株立ちし、表面水の分散や土砂の移動量を抑制するものと期待しています。

なお、当該地では、既存植生のオオカサスゲの食害も確認されました。



シカ道のガリー 2023.10.18



エゾシカによるハードフェスクの食害 2023.10.18

(4) 航空緑化工施工後の気象状況と EBA2 材料の評価

アメダス「夕張」の気象データを見ると、7月20日のスラリー散布後の3日間は無降水で、夏日でした。その後の7月24日1.5mm、7月25日5.0mm、7月26日0.5mm、の降雨は、EBA2の「人工土壌」にとっては、わずかではありますが、恵みの雨となったと思われます。

また、まとまった降水としては、8月8日の36mmがありますが、散布日の翌日から8月7日までの18日間の内訳は、9日間の無降水日があり、残りの9日間の降水日で、この間の降水量総計は29mmでした。

なお、連続無降水日は、7月27日から7月30日までの4日間がこの期間内では最長でした。

一方、夏日は11日間、真夏日は5日間、25度未満は2日間という内訳であり、高温で、酷暑といえる環境でした。

以上から、間断的に少ないながらも降水があり、8月8日の恵みの雨を得て、発芽時の危機を乗り越えたものと思われる。

一方、2023年8月の「最大日雨量10mm以上」の日、そして、短時間強雨の指標として「最大10分間降雨量5mm以上」の日は、次のとおりです。

2023年8月最大日雨量：(8日36.0mm、13日18.0mm、20日16.5mm、27日26.0mm)

2023年8月最大10分間降雨量：(8日8.0mm、13日10.5mm、27日10.0mm)

最大日雨量は多くはありませんが、短時間強雨が3回ほどあったことが、岩盤やガリーに付着したEBA2の「人工土壌」の流亡の原因の一つになったと考えています。

以上から、当該地のEBA2施工は2023年の過酷な真夏の中で行われましたが、ほどほどの降水があったことで、総体的には、草本類3種の順調な生育につながったものと思われます。

なお、EBA2の「人工土壌」は、散布時に重量比で72%の水分を含んでいます。これに加えて、「ECO バインド」や「稚内珪藻土」は乾燥害を防ぐ、いわばフェイルセーフとして機能していると考えています。

5 終わりに

大型ヘリコプターによる航空緑化工のスラリーの散布は、林野火災の消火での水の散布と、作業手順は変わるものではありません。積み込み、運搬、散布といったことの繰り返しの作業となりますが、両作業を見て感じることは、即応性、作業効率性の良さで、大規模な面積の短期間施工も可能なこともうなずけます。航空緑化工では、条件によっては、1日当たり、3ヘクタール程度の施工が可能です。

このような航空緑化工は、これまで、足尾銅山跡地のような鉱害、有珠山噴火や雲仙普賢岳火砕流といった火山災害、大雨災害を対象として、大規模な面積での実施事例が多いです。道内では、2006年(平成18年)檜山森林管理署様による八雲町(旧熊石町)見市川での施工以来、17年振りに夕張市沼ノ沢で航空緑化工が行われたこととなります。また、当該地のように、胆振東部地震という地震災害に用いられるのは、道内では初めての事例です。

そして、今回の約0.8ヘクタールという比較的小面積の施工事例は、運搬路開設など土地の形質の変更を回避するという環境保全、或いは、トータルコスト、タイムパフォーマンスの観点からも、極めて合理的な選択をされた結果で、奥地に点在する小規模な崩壊地の早期回復への先鞭をつけるものではないかと思われます。

さて、現在は、日本だけでなく世界各地で、極端な気象現象が頻発化しています。その原因と思われる地球温暖化は、単なる環境問題ではなく、人の生存権を脅かす人権問題へと広がりを見せており、森林吸収源対策の推進も重要性も増しています。

航空緑化工は、水土保持をはじめとする公益的機能の低下した保安林などを極めて早期に回復することができるので、森林吸収源対策にも貢献できる工法の一つであると思っています。