

BSC-1 の概要 及び使い方



※BSC-1 の散布により自然植生の侵入が進みつつある表層崩壊後の斜面例

(株) 日健総本社

作成日：令和5年9月11日

目次

1.はじめに	1
2. BSC（バイオロジカル・ソイル・クラスト）とは	1
参考①：BSC-1を構成する藻類（緑藻類の一種）について	2
3. 特徴・留意事項等	3
参考②：BSC形成による効果について	5
4. 標準的な施工方法（例）	11
（1）自然侵入促進工（在来植生の侵入促進による植生の早期復旧）等に用いる場合	11
参考③：使用する水、肥料、基材内容などに関する留意事項等	14
参考④：BSC工法選定フロー（案）	15
（2）既存の緑化手法実施時の緑化効果の改善・補修に用いる場合	17
（3）農地に施した資材の効果の延命化・濁水流出防止に用いる場合	18
参考⑤：施工状況の例	19
5. 施工後のモニタリングについて	20
参考⑥：見た目を確認しにくいBSCの状況例	21
6. その他、注意事項等	22
【お問い合わせ】	23

参考：施工計画用資料

注意！

BSC-1の使用に関しては、本資料に記載された使い方や注意事項等をよくお読み頂き、ご了承の上、ご使用願います。なお、本資料の内容は、必要に応じて適宜更新致しますので、購入資材のご利用にあたっては最新版をご参照頂きますよう、お願い致します。

本資料は、（株）日健総本社が製造・販売するBSC-1の使用に関して、ご購入者様に配布するものです。BSC-1のご購入者様以外、また、購入資材による施工以外の目的でのご利用については、転載・複写を含め、かたくお断り致します。

1. はじめに

BSC-1は、国立研究開発法人土木研究所と日本工営株式会社が特許を所有する土壌侵食防止工法に基づき開発された資材であり、土壌表面に散布することで、BSC（バイオリジカル・ソイル・クラスト）の早期形成を促し、侵食及び濁水発生防止を図ります。

これにより、植生の生育基盤である表層土壌が安定することから、山林・樹林地で生じた崩壊地・荒廃地等では在来の周辺植生の侵入が促進され、植生の早期復旧を促します。また、侵食により生じた既往緑化工の緑化不良箇所への補修対策としても活用できます。

その他、農地では、耕土に施した肥料・除草剤等を保持して収量増につなげると共に、これら成分の水域等への流出を抑えることで環境保全に貢献します。

【BSC-1の適用例】

- 山林・樹林地の裸地・荒廃地 → 自然侵入促進工用資材として適用（遷移促進）
- 既往緑化工等の緑化不良箇所 → 吹付資材の保全、生育促進による緑化効果改善
- 農地の耕土（施肥・除草剤） → 施した資材の流出抑制による効果の延命化

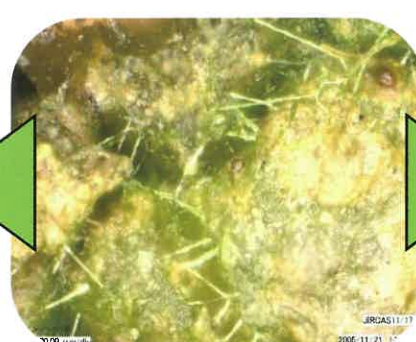
2. BSC（バイオリジカル・ソイル・クラスト）とは

BSC（バイオリジカル・ソイル・クラスト）とは、糸状菌類や藻類、地衣類および苔などが地表面の土粒子や土塊を絡めて形成するシート状の土壌微生物のコロニーのことを指す言葉です。BSCは、崩壊地などにおける自然植生の遷移初期や更新後の農地など、どのような場所においても時間経過と共に観察される一般的な事象であり、BSCの形成が自然植生や農作物へ与える影響は特にないと考えられます。

ここで紹介するBSC-1を構成する藻類は、同一種が元々国内各地だけでなく世界中に広く分布しており（cosmopolitan species）^注、かつクローン増殖で増えるため、施用による遺伝子攪乱等の影響は基本的にありません。



山林斜面に形成されたBSCの例



BSCの拡大写真



農地に形成されたBSCの例

注：本資材を構成する藻類種とその分布について

本資材を構成する藻類（緑藻類の一種）は、北極や南極のような局域から熱帯域まで、国内に限らず世界的に、かつ低地から高地まで普遍的に分布しています。したがって、一般的な工事等を実施する地域においては、通常、在来種として位置づけられるものになります（次ページ参照）。

分類学的特徴

分枝しない円筒形の糸状体で細胞の幅5~10 μ m。糸状体の幅・長さは環境条件によって異なる。糸状体に頭部と尾部の区別なし。細胞壁から薄い粘液質を分泌して基物に付着する。あるいは、糸状体基部に円形の基盤を形成して基物に付着する。

増殖は、殆どが細胞の分裂による（無性的増殖）。その他、無性生殖(Asexual reproduction)として、稀に遊走子(Zoospore)、不動孢子(Aplanospore)、休眠孢子(Akinete)を形成する。

文献によれば、“有性生殖(Sexual reproduction)として、サイズの異なる配偶子(anisogamie)の融合(接合)があるらしい”とあるが、確証はない。更に、有性生殖を行う場合に観察される、配偶子の融合(接合)によって形成される接合子(Zygote)、接合子からの発芽等の報告も無い。

生態学的特徴

主として土壌表面(中)に生育する(terrestrial algae)。その他の生育環境は、樹皮上、岩石上、大気中浮遊など。土壌産微細藻類としては、世界中に最も広く分布している種(Cosmopolitan species)である。

6ヵ月~1年の乾燥耐性あり。但し、藻体の置かれた環境条件による。自然界では、土壌表面等では、大気中の湿度を利用していると考えられる。また、土壌中では、土壌の団粒構造中に保持された水分の利用が考えられる。

自然現象で山地や法面崩壊、また、人工的な造成地(道路、宅地、法面等)等で裸地が形成された場合、最初に増殖してくる藻類の一種である(中野の確認)。

即ち、本種は、裸地からの一次植生遷移における、最も初期の植生(先駆植物、Pioneer plant)を構成する植物である。

遺伝子攪乱について

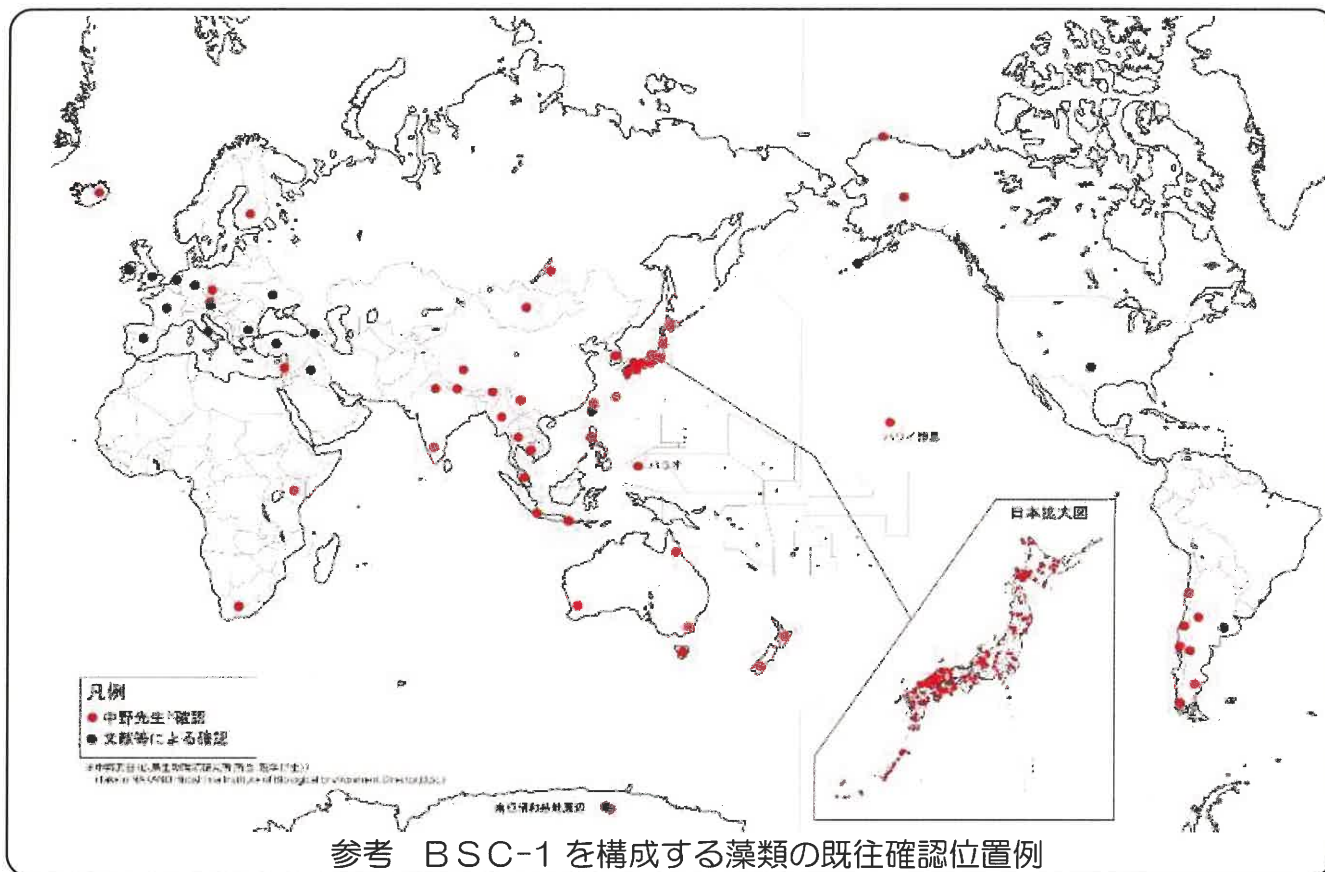
本種をBSC資材として用いた場合に、散布現場及びその周辺において遺伝子攪乱が発生する可能性は無い。

【理由】

- ①本種は、世界中に最も広く分布している種(Cosmopolitan species)である。
- ②本種は、空中を浮遊しており、増殖環境が整えば、如何なる場所でも増殖可能である。
- ③“有性生殖が有るらしい”と記載した文献もあるが、配偶子が融合(接合)して接合子(維管束植物等の種子に相当する)形成をして、発芽した報告は無い。
- ④本種では、糸状体の形態から、変種(var.)が記載されているが、分類学的には受け入れられていない(AlgaeBase参照)。これは、各変種の報告は1回限りで、その後、確認された報告が無い、記載が不十分等の理由によるものである。
- ⑤本属では、現在、約30種(変種を含む)が記載されているが、この中で、分類学的に受け入れられている種は18種である(AlgaeBase参照)。これらの種で、有性生殖が確認された種は無い。すなわち、本属中の他種と交雑する可能性は無いと考えられる。

参考文献等

1. Ettl, H. & Gärtner, G. (1995) Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. -Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 721 pp.
2. AlgaeBase: <http://www.algaebase.org/> (藻類関連で国際的に最も信頼されているデータベース)



3. 特徴・留意事項等

(1) 使い方に関して

使い方としては、基本的にBSC-1、基材、肥料、水等を適用箇所散布するのみという簡単なものです。したがって、BSC-1を、種子吹付工用の散布機器を用いて利用する、他の資材に混ぜて利用するなど、適用箇所や施工条件にあわせ、既往の様々な散布方法を用いて実施できます。なお、緑化工ではなく、緑化基盤工としてご利用願います。

使い方の概要を以下に示します。なお、本資料の内容について十分にご確認・ご理解頂き、使用目的への適性等をご判断頂いた上でご利用願います。公共工事等で使用する場合には、必要性や施工目的に応じて行政機関等が整備・公開している既往の技術資料（手引き・指針・マニュアル等）等に則ってご利用ください。

また、施用に先立ち、目的とする効果を得られるかどうか、また、実際に使用する機器等で問題なく散布できるかどうか、試験施工等で事前にご確認頂くことをお勧めします。特に水に溶かして散布する場合、資材が通過する孔などが小さいと目詰まりする可能性があるため、予め使用予定の機器等により、ご確認の上でご利用ください。

【BSC-1の散布方法例】

- ①機械散布工等による散布 → 水に溶かし種子吹付工用の散布機器等で散布する
- ②手撒きでの散布（液状等） → 水に溶かしジョウロ等で散布する（目詰まりに注意）
- ③手撒きでの散布（粒状等） → 同時に散布する資材（粒状肥料等）に混ぜて散布する



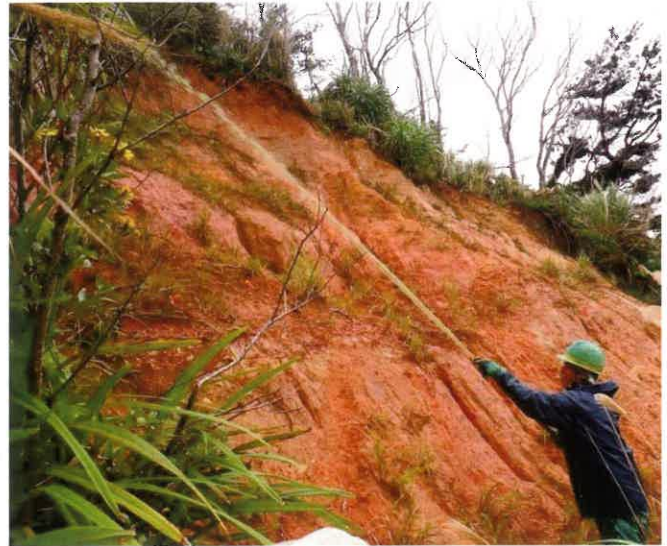
本資材 (BSC-1)



造成法面 (切土面) の例

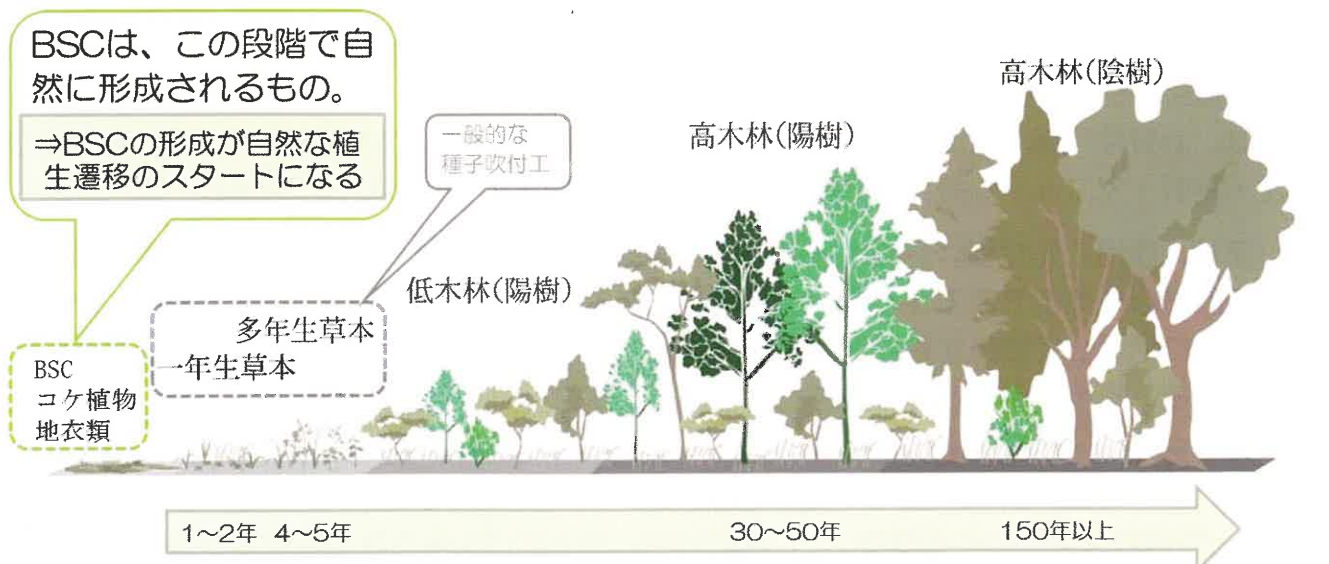
散布機器 (吹付用ポンプ・ノズル) が可能な場合は、使用するポンプ等の能力に応じて、斜面下から高さ10m以上の範囲まで散布可能です。したがって、安全管理面でも利用しやすいと考えられます。その他、散布精度等は落ちますが、直接的なアプローチが困難な箇所については、高所からの資材投下等も可能です。

BSCの形成により、植生侵入の促進 (下図) や肥料・除草剤等の保持など付帯効果が期待されますが、上記の要因に加え、周辺植生・埋土種子の存在状況や基盤環境、事前状態等により発現状況が異なります。



表層崩壊斜面の例
散布状況の例 (機械散布工)

したがって、これらの効果を期待して散布する場合は、目的とする効果が得られるか、また、デメリット等が生じないか、予め調査や試験施工等でご検討・確認の上で、ご利用ください。



法面裸地等における植生遷移の概要 (乾性遷移系列)

※時間は目安 (条件により変化)

注: 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き (国総研資料第722号、平成25年1月) に加筆

参考②：BSC形成による効果について

1. BSC形成による侵食防止効果

BSCが形成されると土壌表面の侵食が防止されることは、これまで様々な研究で報告されています（土木研究所、日本工営等）。なお、下図②のように、目で見て地表面が完全に緑色に覆われた状況までに至っていなくても、侵食防止効果は発揮されます。

①水路侵食試験の例



②回転流侵食試験の例



侵食試験の例

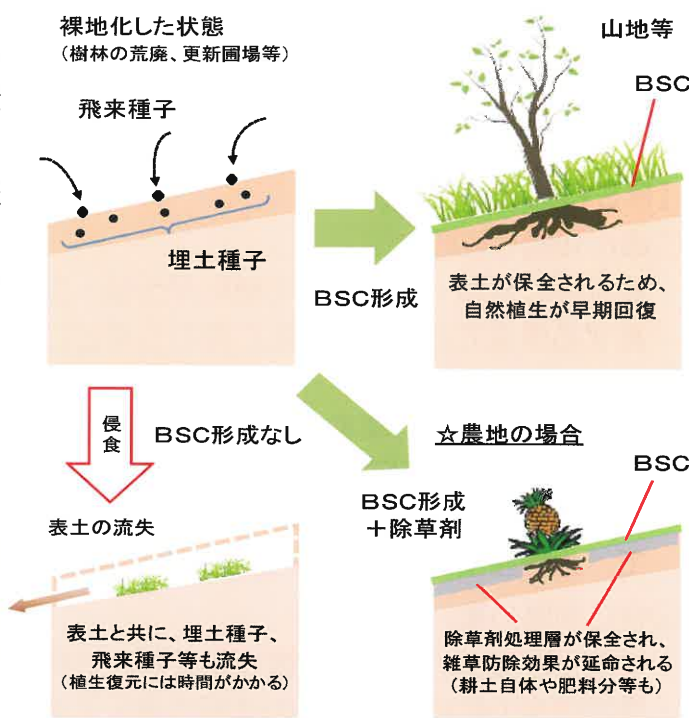
2. 侵食防止に伴い発揮される効果等

BSCの形成に伴い、侵食が防止されると、土壌表層の攪乱・流失が抑制され、表土が安定します。それに伴い、右図のように、崩壊裸地等の場合は、埋土種子や飛来種子の生育が進みます。

農地の場合は、雑草防除のために施用した除草剤（除草剤により処理した表土）が保全されることや、耕土流亡が抑制され地力保全が図られることから、作物の生育が良好になることも期待されます。



作物の生育改善例（コマツナ）



侵食防止に伴う効果イメージ

(2) 適用箇所に関して

一般的に、法面等の緑化を行う場合には、事前に法面整形工及びそれに伴う排土工・残土処分費等が必要になります（特に植生シート・マット工等の場合）。しかし、BSC-1は上記のとおり簡単に散布できるため、法面整形工を要しない又はできない場合も、そのまま散布できます。たとえば表層崩壊跡の斜面、工事により荒れてしまい、切株や植生残渣等が残った斜面、その他侵食等により凹凸がある斜面等にも適用が可能です。

ただし、BSC-1は生物資材であることから、適用箇所の環境条件（乾湿、土性等）、その他局所的な要因等により、BSCの形成状況が影響されます。また、施工後に発生した豪雨や積雪～融雪で肥料成分が流失した場合には追肥、乾燥しやすい盛土に施工した場合には灌水作業など、施工後の保育作業が必要になる場合があります。

また、強い緊縛力を有する訳ではないので、BSCだけで基盤の崩壊・スレーキング等を防止することは出来ませんので、ご了承願います。

【BSC-1の施工条件】

①自然条件

- ・土壌面への付着障害を起こしたり、吹付直後の資材が流失したりするため、強風下、降雨・降雪中の施工は避ける。
- ・施工後の土壌藻類の増殖に影響するため、干ばつ発生時の施工は避ける。

②現場条件

- ・作業スペース：1m²（吹付作業オペレーター）
- ・吹付機材（ハイドロシーダー）搭載トラック（4t以上）駐車スペース：4m×8m

③技術提供可能地域

- ・技術提供地域については制限なし。

④関係法令等

- ・特になし

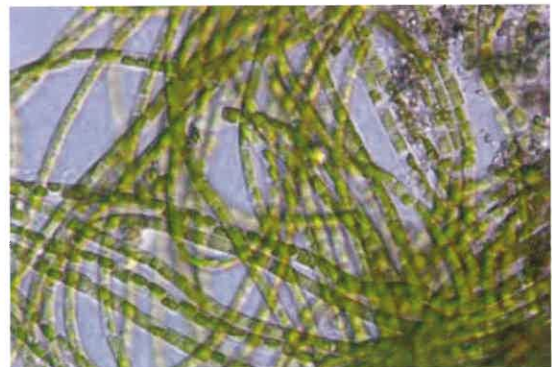


吹付機器等の例

【BSC-1の適用範囲】

①適用可能な範囲

- ・基本的に藻類・コケ類等の植物が付着・生育する環境であれば、勾配に関わらずどこでもBSCを形成する。
- ・ただし、その後の草本・木本の植生侵入のためには、基本的に道路土工 切土工・斜面安定工指針が示す1:0.5(60°)以下の勾配で、土壌硬度30mm未満であることが必要。



BSC-1の顕微鏡写真

②特に効果の高い適用範囲

- ・粘性土が多く、適度な湿度が保たれ、乾燥しにくい斜面。
- ・環境保全のために外来種の使用や遺伝子攪乱リスクの回避が必要な場所での植生形成。

※参考資料：(社)日本道路協会:道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)、平成21年6月

③適用できない範囲

- ・地表面がすぐに乾燥する環境(マトリックスが無く砂礫質で空隙が多い土壌、乾燥のため発育不良になるとされる土壌硬度10mm未満、干ばつ時など)は不適
- ・スレーキングなど侵食以外の要因で、表層(基盤)が崩れてしまう斜面。

BSC-1に適した箇所・あまり適さない箇所の例

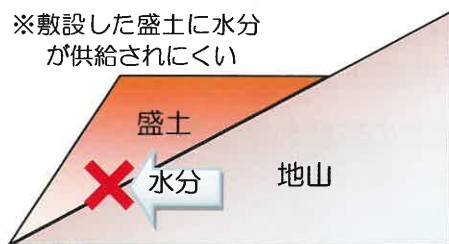
○ BSC-1の効果が発揮されやすい箇所の例

- ・基盤の水分が比較的多い地形 : 水路沿い、山側切土面、斜面下部、地表の凹部など
- ・水分が保たれやすい土壌条件 : 団粒が発達、粘性土等(しみ込んだ水は長期保持)
- ・その他、水分環境が良い条件 : 上空が植生で密閉、地下水位が高い、定期的な散水など

△ BSC-1の効果が発揮されにくい箇所の例

- ・基盤の水分が比較的少ない地形 : 盛土面の法肩、斜面上部、地表の凸部など

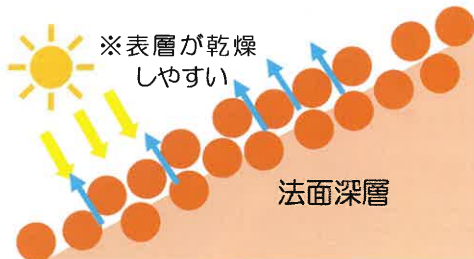
※敷設した盛土に水分が供給されにくい



- ・地山からの水分供給量が少なくなる盛土法肩など、水分供給が少なく基盤が乾燥しやすい箇所
- ・基材の目が荒く保水性に乏しいなど、降雨等による水分供給があってもすぐ乾燥する盛土箇所など
- ・山頂・尾根付近など乾燥しやすい箇所

- ・比較的乾燥しやすい土壌条件

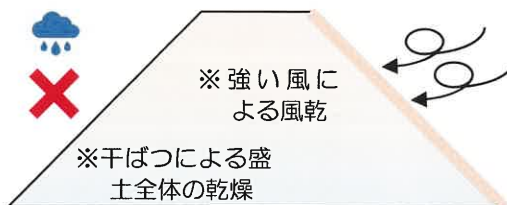
: 透水性が良く、地表面が乾燥しやすい(空隙多い)



- ・粒径が揃った砂礫、細礫、岩ずりなど、空隙が多く乾燥しやすい土砂が主成分の箇所
- ・地中からの水分染み出しが少なく、日当たりが良すぎて表層が乾燥しやすい箇所
- ・地表に凹凸が多い箇所の凸部(凹部にはBSC形成)

- ・その他、乾燥しやすい条件等

: 砲台型の地形、周囲に植生少なく風の吹き込み強いなど



- ・水分供給が降雨に限られる小規模な砲台型の盛土箇所など、地下水がなく干ばつにより乾燥しやすい盛土
- ・風の吹き込みにより地表面が風乾しやすい箇所
- ・橋梁下など、降雨による水分供給が少ない箇所



透水性が良く、地下水位も低くて乾燥しやすい法肩周辺や平坦部の例



細礫の堆積箇所など地表面に空隙が多く乾燥しやすい箇所の例



橋梁下など水分供給少なく乾燥しやすい箇所の例(周辺植生も少ない)

BSC-1の効果が発揮されにくい箇所の事例写真

(3) 適用時期に関して

基本的に対象の土壌面が露出していれば施工可能ですが、晩秋～冬季など低温期にはBSCの形成は停滞します。生物資材であるため、降雨や湿度の多寡など、気象条件の影響を受けるため、必要に応じて、灌水・養生等を検討・実施願います。なお、霜柱が発達する箇所では、形成したBSCが霜柱で持ちあげられる等により影響を受ける可能性があります。このような箇所では、目的とする効果が得られるよう事前に十分にBSCを発達させ植生侵入を促しておくなど、余裕を持った散布時期の設定・実施等をご検討ください。

(4) BSC-1の保管・管理に関して

BSC-1の原材料は培養した藻類を乾燥し粉砕したものであり、藻体は休眠状態にありますが生きています。したがって、高温下にさらされると死滅してしまうため、保管に当たっては水ぬれ、直射日光、高温、多湿は避けて保管し、好ましくは20～30℃程度の環境になるようご注意ください。水にぬれたり過度な湿度にさらされた状態で保管すると、腐敗して活性を失いますのでご注意ください。

なお、ご購入後は1～2年程度を目途に、開封後は湿度の影響を受けるためできるだけ早期にお使いください。BSC-1を水に溶かした場合は、その日のうちに使い切ってください。

(5) BSCの形成及び植生の侵入に関して

BSC-1の散布後、藻類等が活性を取り戻し増殖が活発になるまで、通常、2週間～1カ月程度かかります。植生等の侵入については、その後、状況に応じて進みます。

なお、天候や基盤環境等の状況によっては、施工後に追肥や灌水が必要になる場合もあります。特に、乾燥しやすい条件下（砂地、作付前の農地等）においては、必要に応じて、シート（透明で光を透過しやすいもの）等を用いた養生についてご検討ください。また、後述するとおり、散布方法等により追肥や灌水が必要になる場合もあります。



散布日



15日後



35日後



56日後



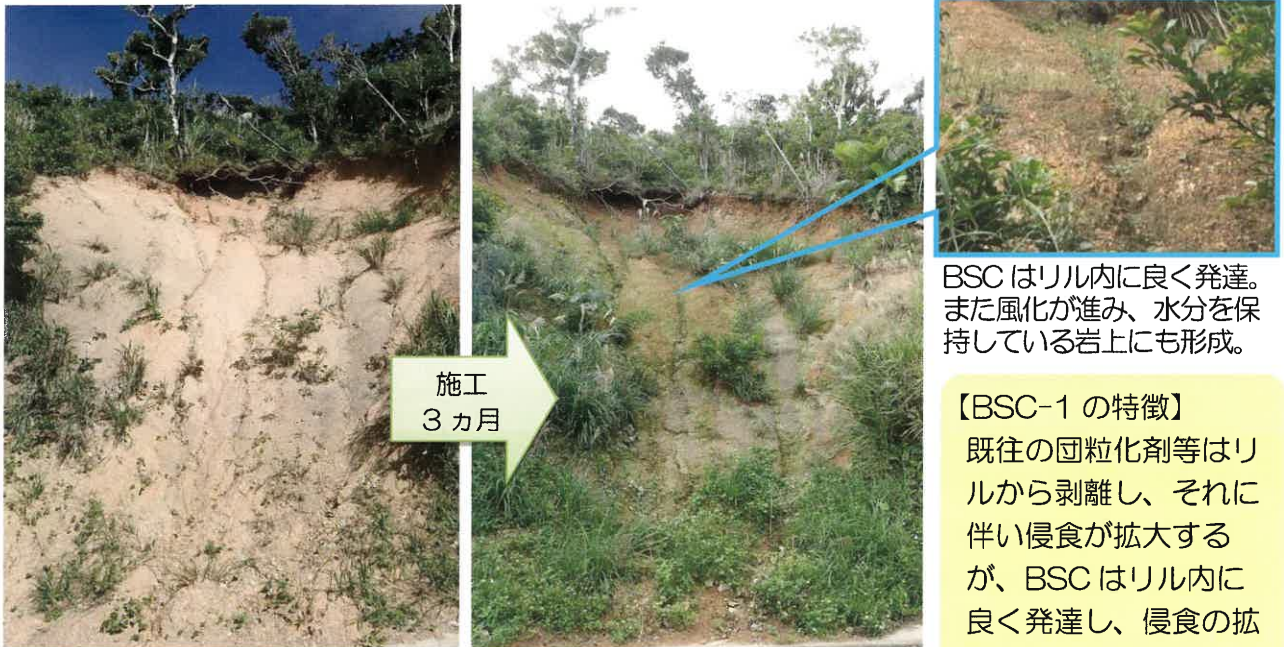
79日後



91日後

溪岸斜面崩壊箇所への散布後の状況例（草本類等の種子は散布していない）

良い状態でBSCが発達すると繊維状の藻類が目視確認できる場合もありますが、通常は地表に薄く見える程度です。生物資材なので、生育ムラが生じる事はご承知おき下さい。例えば地表面の凹凸を見ると、同じ場所でも、表面流が滞留する凹部や流れるリル内では発達しやすく、凸部では薄くなります。ただし、薄くても侵食防止効果はあり、更にリルの拡大を抑制し、植生侵入を促進することから、表層崩壊箇所等に整形工なしで吹き付けても、施工面全体の安定に貢献します。



豪雨により表層崩壊後半年以上経過しても植生がつかない斜面

施工後に豪雨、台風等が発生したが特に侵食進まず植生が侵入・活着

BSCはリル内に良く発達。また風化が進み、水分を保持している岩上にも形成。

【BSC-1の特徴】

既往の団粒化剤等はリルから剥離し、それに伴い侵食が拡大するが、BSCはリル内に良く発達し、侵食の拡大を防止する。

侵食拡大の防止を目的に表層崩壊斜面に実施した例（法面整形等なし）

なお、BSCの発達状況を現地で定量的に計測することは非常に難しいため、施工結果について判定する必要がある場合は、下記の切土・斜面安定工指針が示す「自然侵入促進工」の成績判定の目安を、成否の判定の目安にしてください。

自然侵入促進工の成績判定の目安^{注1}

目標及び対象	評価	施工6カ月後の状態 ^{注2}	対応策
自然侵入促進工	可	侵食が認められない。所々に侵入植物の発芽個体が認められる。	
	判定保留	侵食は認められないが、侵入植物の発芽個体も認められない。	翌年の生育期 ^{注3} を経るまで様子を見る。
	不可	侵食が認められ、拡大する可能性がある。	原因を追究し、工法を再検討した上で再施工する

注1：道路土工 切土・斜面安定工指針（平成21年度版）が示す解表8-10「自然侵入促進工の成績判定の目安」より、ネット工や基材吹付工に係る内容を除いて整理した。

注2：植物の生育期以外や、生育期を6カ月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。

注3：生育期とは、月平均気温おおむね15℃以上の期間を指す。

【施工後のBSC形成状況について】

- 通常、藻類から後は地衣類・コケ類へと遷移していきます。コケはBSCの構成種の一つですが、雌雄がある植物で、分布にも地域性があるため、BSC工法では使用していません（BSC-1には含まれていません）。施工箇所で生育したコケ類は、周辺からの自然侵入による成果（侵入植物）になるのでご留意願います。
- BSCは植物の生育が盛んになる時期（春～夏）に良く発達します。なお、施工後に豪雨や積雪～融雪が生じると、BSCが発達する時点前に肥料成分が流失し、BSCの形成が分かりにくくなる場合があります。
- たとえば、冬直前の低温期に施工したため、BSCの形成が弱く、更に植生の侵入が春以降になった例では、植物が侵入していない部分には一見何も無いように見えます。しかし、侵食が生じた痕跡はなく、よくみるとごく薄いBSCが確認できたりします（未散布箇所との比較や、一部表層をかき取り表面の色を比較することで確認できます）。
- BSCは、薄くても形成されていれば、侵食を防止しているため、今後、植生の侵入が期待できます。しかし、上記のとおり晩秋～冬季など低温期に施工した場合は、BSCの形成や植物の侵入が活発になる翌春の状況を確認し、必要に応じて追肥等を実施してください。
- 施工後にBSCの形成状況や植生の侵入状況等についてモニタリングの必要性がある場合には、通常の緑化工同様に調査員による観察・記録を実施してください（後述）。ただし、BSCは生物で構成されるものであり、藻類、地衣類、コケ類等の種の違いにより見た目も異なります。また、地表の微妙な環境の違いによりその形成状況にムラが生じる点は予めご了承願います。例えば施工後の地表面の凹凸を見ると、同じ施工場所でも、表面流が流れる凹部や流れるリル内ではBSCが発達し、凸部では薄くなります。



BSC-1により形成されたBSCが微粒子を付着させている例（施工2週間後）



コケ及び草本の侵入状況例（施工7ヵ月後）



春季に施工した斜面例（施工2ヵ月後）

4. 標準的な施工方法（例）

ご参考として、目的や条件等に応じた標準的な散布方法（例）を以下に示します。

(1) 自然侵入促進工（在来植生の侵入促進による植生の早期復旧）等に用いる場合^注

自然侵入促進工とは ※緑化工ではなく、緑化基盤工であることにご注意ください

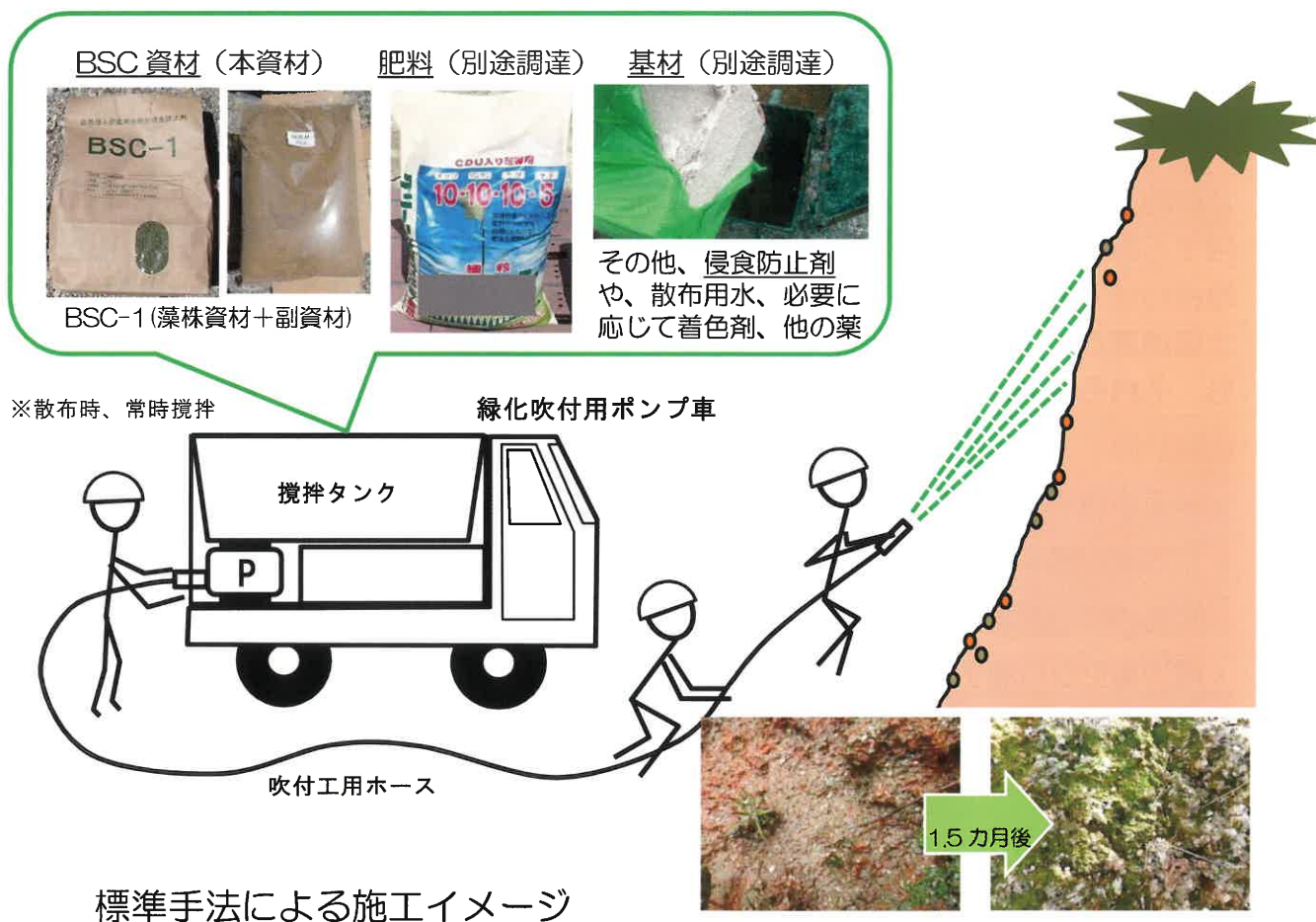
周辺に生育する自然植生などから自然散布（風・動物等）にて侵入し、落ちた種子がのり面上で発芽・定着することにより、植生回復を図る工法をさす。

「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き」（国総研資料第722号、平成25年1月）より

1) 標準手法（機械散布工）により施工する場合について

ご参考として、下記の内容を標準的な散布方法として紹介します。実際に散布する際は、現場・工事条件等に応じて具体的な方法をご検討ください。

BSC-1 以外の肥料、基材等については、以下をご参考に別途調達願います。



注：自然侵入促進工用の資材として用いる場合

在来植生の侵入促進に用いる場合は、(社)日本道路協会による「道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)」や、国土技術政策総合研究所による「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き」（国総研資料第722号、平成25年1月）が示す「自然侵入促進工」に相当します。必要に応じて、このような公的な技術資料（手引き・指針・マニュアル等）等をご参照の上、ご利用ください。

【標準的な散布資材構成（肥料・基材配合等）】

項目	単位	数量	備考	
①BSC-1 自然侵入促進用生態的侵食防止剤	g/m ²	14	・藻株資材 4g＋藻類育成促進用資材 10g	
②肥料 いずれか選択	普通化成肥料 (10-10-10)	g/m ²	100	<ul style="list-style-type: none"> ・吹付け時に落下しないように細粒で、かつ緩効性のものが良い ・苦土 (Mg) 入り化成肥料 (10-10-10-1~5) が良い (芝用など) ・N-P-K の配合率が異なる肥料の場合 N の量 (N:10 g/m²) で合わせる [推奨品例：グリーンホスカ細粒など]
	普通化成肥料 (8-8-8)	g/m ²	125	
③侵食防止剤 (種子吹付工で用いられるもの)	g/m ²	32※	<ul style="list-style-type: none"> ・散布剤の付着力向上のために一般的に用いられている種子吹付用資材 ・使用量は各資材の使用量に準拠する ※ポリゾールローンフィックス ECO 700 の場合	
④ファイバー (種子吹付工で用いられるもの)	g/m ²	60	<ul style="list-style-type: none"> ・種子吹付工標準量の約半分、手撒きの場合は扱いやすい量を確認すること [推奨品例：王子ファイバーなど]	
⑤散水用水	L/m ²	右欄 参照	<ul style="list-style-type: none"> ・機械散布の場合：2L/m² (標準) ・手撒きの場合：0.1~1.0L/g ※施工条件に応じて事前に確認する 	
⑥その他	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・着色剤 (色粉等)：環境毒性や藻類の生育阻害がないことを確認する ・追加肥料 (Mg 等)：上記肥料に含まれない成分を付加する場合など ・繊維ネット工等：表土の固結力が弱く剥離しやすい場合等に組み合わせる 	

なお、BSC は表面侵食防止効果を有しますが、湧水やスレーキング等により斜面表層が剥離・崩落するような状況を抑える力はありません。したがって、そのような個所に適用する場合は、通常の緑化工と同様に、それら表面侵食以外の要因に対する別途対策と組み合わせる必要があります。同様に、通常の緑化工適用外の個所（固結度が低く土壌硬度が 10 mm 未満、岩盤で植生基盤となる土壌がない、乾燥が著しい等）についても、それらへの対策と組み合わせる必要があることにご注意願います。^注

①設計時

- ・斜面崩壊や基盤の顕著なスレーキング等により施工面自体が崩れないことを確認する。
- ・流下水が集中する箇所や湧水がある箇所については、排水施設を設置する。
- ・吹付機材の配置、作業員等による散布作業が実施できることを確認する。
- ・周辺植生から種子が飛来・定着することが十分期待できる場所であることを確認する。
- ・施工後、干ばつ時や最高気温が 30℃以上となる時期の施工は出来るだけ避け、日平均気温 10℃以上が 2 ヶ月以上続くこと等を目安に施工時期を設定する。

注：工事段階等でシート・マットタイプの緑化工の代替工法として提案する場合

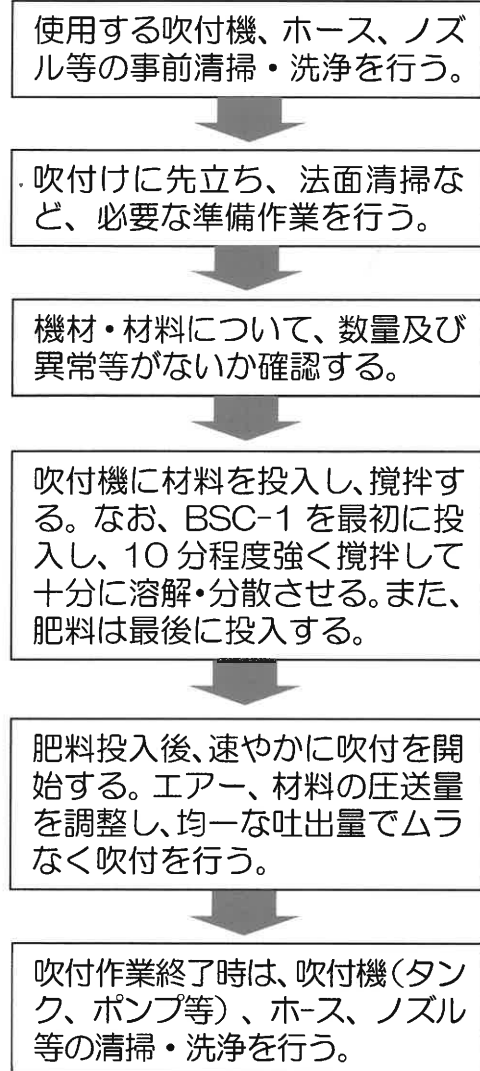
シート・マットタイプの緑化工は、資材を敷設することで土壌表層を面的に押さえるため、表面侵食防止よりも、当面の表土等の剥離・崩落、小礫の落下等の抑制を期待して採用されているケースがあります。

また、斜面工事では、きれいに表面を仕上げるために土を貼り付けて均すことがありますが、表土と基盤土の性状の違い等から、うまく接着せずに施工後に小規模な剥離・崩落が発生する場合があります。このような影響の回避・低減のためにシート・マットタイプの緑化工が採用されているケースがあります。

上記のような細かい条件は、設計・施工関連資料に明記されていない場合がありますので、特に工事段階等で植生シート・マット工の代替工として BSC-1 の散布工を提案する場合は、関係者に条件・情報を確認すると共に、既往の繊維ネット工等と組み合わせることをご検討願います。

②施工時

- ・資材は、水にぬれたり、湿度が高い環境にさらされると、カビが発生したり、腐敗する可能性があるため、出来るだけ 30℃以下で湿度が低く、直射日光が当たらない場所で保管する。
- ・前の作業で用いた外来種の種子等が混入しないよう、使用する吹付機器（タンク、ポンプ等）や、ホース、ノズル等の事前洗浄を徹底する。
- ・ファイバーの色が施工箇所の土壌色と似ており施工状況確認が困難なとき等は、魚毒性が無い等、環境上の問題がない着色剤(色粉)の併用可能。
- ・降雨中や施工直後に降雨が予想される場合は、施工を避ける。施工直後に降雨が発生した場合は、肥料の流失が起きた可能性があるため、2～3週間後に藻類の増殖が肉眼で確認出来ない状況であれば、追肥等を検討・実施する。
- ・吹付作業時は、吹付け距離及びノズルの角度及び圧力等を、吹付け面の硬軟に応じて調節し、吹付け面を荒らさないようにする。
- ・地表面の凹凸は飛来種子等の活着を促すので、必要以上に均すことはせず、出来るだけ活用する。
- ・散布後に最高気温が 30℃となる状態や、乾燥状態が 5 日以上続く場合はかん水する。



施工時の作業フロー

③工事完了検査、成績判定

- ・工事完了検査は、植被率に関する内容を除き、種子吹付の基準をあてはめて行う。^注
- ・既往指針が示す自然侵入促進工の成績判定の目安で判定（p9 参照）。

④維持管理等

- ・外来種などその場に不適當な植生が確認された場合は適宜除去する。
- ・その場の特性に応じた自然な植生遷移が促進されるが、斜面安定上好ましくない種や個体、状況等が確認された場合は必要な措置をとる。

注：BSC-1 散布工の完了検査の内容について

自然侵入促進工にも色々な種類があり、現時点で自然侵入促進工の工事完了検査方法を規定した資料はありません。ただし、BSC-1 散布工については、作業内容が種子吹付工とほとんど同じなので、工事自体の完了検査は事業者が規定する種子吹付工に関する基準に準拠して行ってください。

ただし、周辺環境等に応じて植生形成を進める自然侵入促進工なので、種子吹付工における植被率の基準は適用できません。成績判定は自然侵入促進工の成績判定の目安（p9）により行ってください（種子を混ぜてBSC-1 散布工を行った場合は、従来の種子吹付工における植被率の基準を適用し、判定してください）。

参考③：使用する水、肥料、基材内容などに関する留意事項等

1.使用する水について

基本的に水道水、河川水・湧水、自然・人工池（ダム、溜池など）等の水を使用してください。なお、いずれも、pH が極端に酸性、アルカリ性で無く、植物の増殖障害を発生する水質で無いこと（例えば、多量の銅、亜鉛、硫黄等を含まないこと）。

火山からの湧水、廃坑等からの湧水起源の水は基本的に適しません。池の水の場合は、極端に富栄養化しプランクトン（単細胞、糸状藻類など）の増殖が無いこと（散布後に、これらが腐敗してBSC増殖を阻害する可能性があるため）。

2.肥料について

- 1) 粒状化成肥料（10-10-10）10kg/100㎡（100g/㎡）を標準とします。
ただし、元々肥料分がごく少ない土壌では必要に応じて増量願います。また、吹付直前に投入し粒が溶け残るようにする等、緩効性になるよう配慮願います。
- 2) 調達可能であれば、苦土（マグネシウム）入りの粒状化成肥料（10-10-10-1~5）で、緩効性のあるものや、散布時に少し溶け残るものをご利用ください。
※市販の粒状化成肥料には、普通化成肥料 8-8-8 や、高度化成肥料 14-14-14、15-15-15 等があります。これらを使用する場合は、窒素量（N）を、上記 10-10-10（N:10g/㎡）で換算し、資材混合量を変更する必要があります。
- 3) 苦土（マグネシウム）が混合されていない場合は、緩効性苦土（苦土石灰ではない）が販売されているので、必要量を混合して使用することを推奨します。

3.基材について

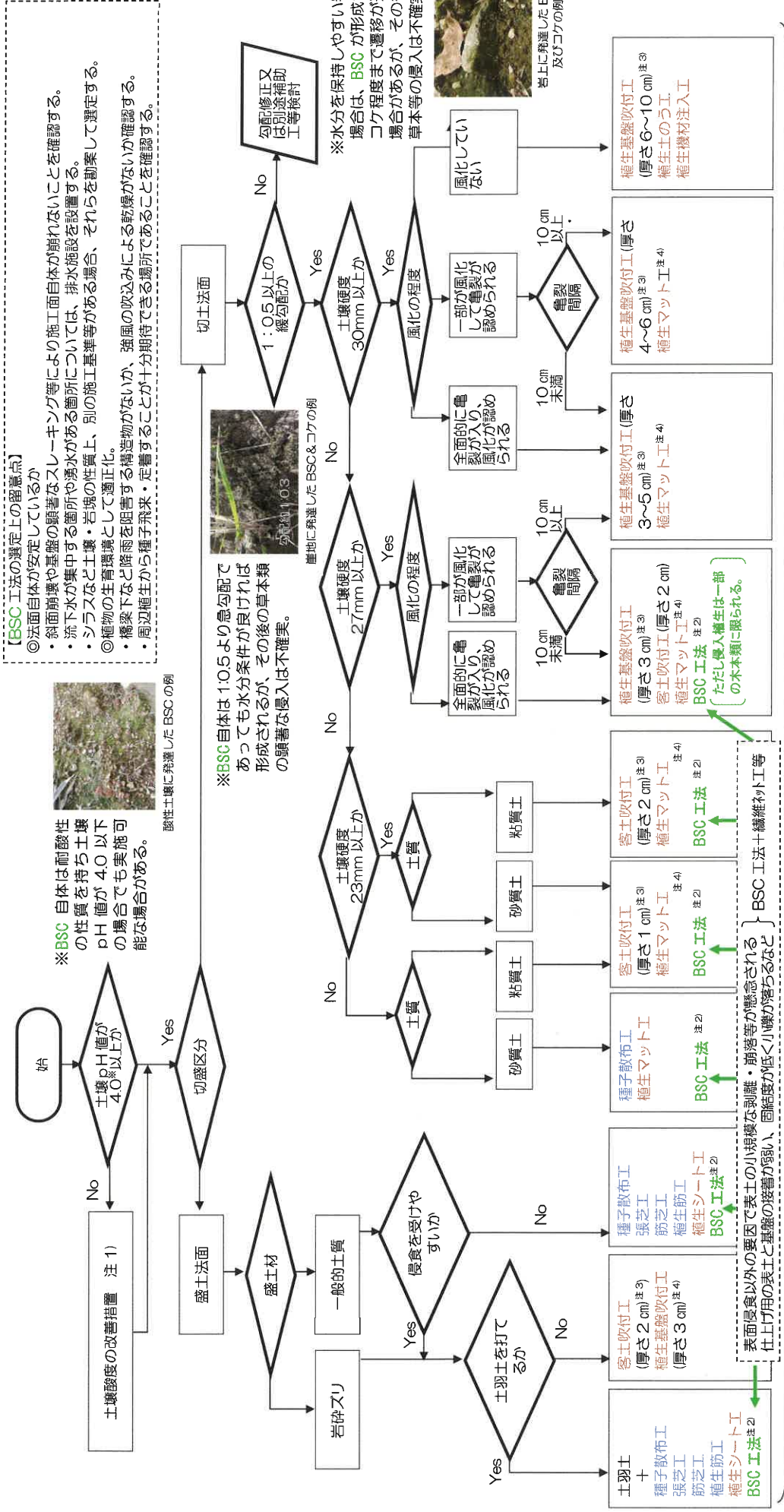
- 1) BSC 資材を散布する土壌表面に強力に付着させるために使用します。古紙ファイバー、製紙工場の紙残渣等、種々のファイバーが販売されています。植物由来以外のファイバー（生分解性は除く）は使用しないようにしてください。
- 2) 機械散布での利用を念頭に、標準量を 6.0kg/100㎡（60g/㎡）としていますが、手撒きの場合等は、必要に応じて扱いやすい量に変更してください。
- 3) 散布後にファイバーの存在（通常、白色～灰褐色）が斜面等の景観を変化させる可能性があるため、関係者、施工依頼者に確認し、使用を避けること要望される場合は、使用しないでください。ただし、その場合は、資材が流失しやすくなるため、施工後に状況を確認し、必要に応じて追肥や灌水、再吹付等を実施してください。

4.侵食防止剤、その他

- 1) 散布時に液だれ等が懸念される場合は種子吹付工用の侵食防止剤をご利用ください。また、施工管理・検査等のため施工直後からの着色が必要である場合は、着色材（色粉）をご使用頂いても構いません。ただし、いずれも、予めBSCの増殖阻害が無いことや、環境毒性がないこと、また、施工目的に影響しないこと等を事前に確認願います。
- 2) 通常、散布後2~3週間程度で土壌藻類が増え始めますが、施工直後に大雨・台風や積雪～融雪等が発生した場合、廉価な可溶性の肥料を使用しているため、その多くが水に溶けて流失してしまい、土壌藻類の増殖時に肥料分が不足してしまいます。このような時は、追肥を実施願います（標準量程度まで）。
- 3) 必要に応じて、活着させたい植物の種子等を混ぜて散布する、植生シート・マット等と組み合わせるなど、既往の緑化工法等と組み合わせることも可能ですが、予め適性を試験等によってご確認の上で、実施頂くようお願いいたします。

参考④：BSC工法を考慮した造成法面における緑化工選定フロー（案）

※下記の造成法面への適用のほか、表層崩壊斜面等の植生復旧（造成・整形なし）や、既往緑化工による緑化不良箇所の補修（既設資材の撤去なし）に使用することも可能ですのでご検討ください。



各工種の中から、外來草本等の使用の可否、基盤の状況、周辺環境その他を踏まえ、経済合理性を勘案して具体的に適用する工法・仕様を決定する。

青：一般的に外來草本を用いる工種 ※在來種を利用する場合も有り
 茶：青同様だが外來草本の種無しや在來種を用いる資材もある工種
 緑：どこでも在來種となる土壌深層を利用する自然侵入促進工

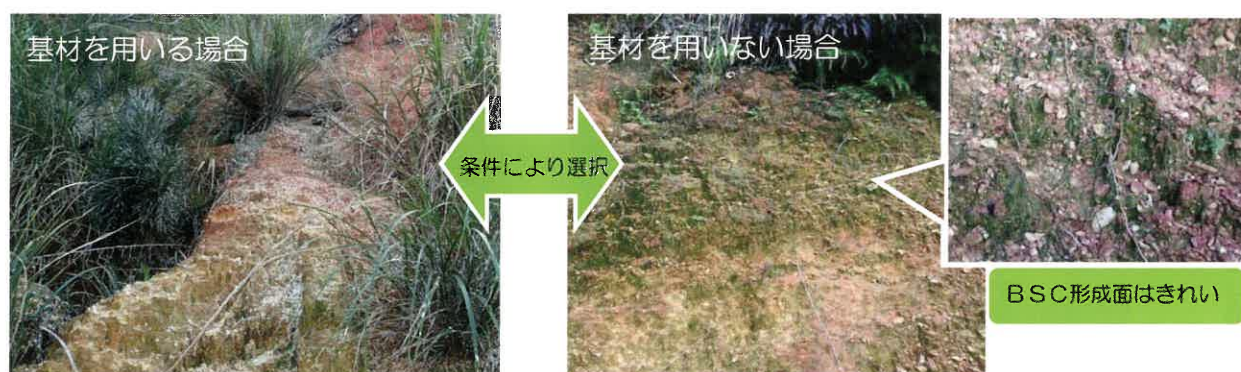
注1)：土壌酸度の改善措置が不可能な場合は、ブロック張工などの構造物工のみを検討する。
 注2)：外來草本が使用できず、自然侵入促進工が求められる場合に特に有効である。ただし、周辺に侵入する種生がない場合や、既に周囲に外來種が繁茂している場合等は、目標とする種生について検討した上で選定する。
 注3)：吹付厚さは緑化目標も考慮して決定する。外來草本が使用できない場合は、近隣での地域性系統の種子の活用等を考慮して選定する。
 注4)：種生マットを適用する場合には、種生基盤材が封入されたもので、その機能が同等条件下での種生基盤吹付工の吹付厚さに対応した製品を使用する。外來草本が使用できない場合は、注3)と同様。

注：「道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）」が示す緑化工選定フローに加筆して作成。

2) 基材を用いずに散布する場合（機械散布工）について

前項で示した標準的な散布方法の場合、基材（古紙ファイバー）や着色剤等を用いると、吹付け跡がしばらく残ります。したがって、特に自然景観保全が必要である場所など、人為的な施工の痕跡についても回避・低減しなければならない条件下で使用する場合は、見た目上の問題や既存植生への付着が問題になる場合があります。

このような場合は、基材や着色剤等を用いずに散布してください（侵食防止剤は使用）。ただし、基材等を用いない場合、散布した資材が流失しやすくなる、均等な散布管理が難しくなる等のデメリットが生じます。また、散布後、藻類等が活性を取り戻した時点において、増殖に必要な肥料成分が不足する可能性があるため、初回散布後、3週間～1カ月程度が経過した時点で、肥料成分の追加散布や灌水・養生、その他補完作業を実施して下さい。



基材は周辺植生等にも付着する

肥料が流失するので追加散布等を実施願います

基材使用の有無による散布面の違い（例）

3) 手撒きで散布する場合について

吹付用機器等が搬入出来ない場合には、手撒きで散布することも可能です。ただし、本資材は軽く、散布する際及び散布直後に風等で飛散し、ロスが発生する可能性があります。水が使える場合は0.05～0.1L/m²を目安に水に溶いて散布してください（水が少ない場合は、糊状・粘土状になり手撒きが困難になるので、侵食防止剤使用も含め適宜調整願います）。水が使用できない場合は、予め試験等により施工性等を確認の上、施工個所の特性に応じて、土砂や粒状化成肥料等に混ぜて散布して下さい。

シャワーヘッドを外したジョウロあるいは小型のエンジンポンプとホース等、簡易的な散布用機器を用いる場合は、本資材を1L/m²程度の水に溶かして散布した方が、目詰まりや、ロスを低減できます（ファイバー等、目詰まりしやすいものは別途手撒きが必要）。

なお、機械散布より撒きムラが出来やすいので、丁寧な散布を心掛けて下さい。また、基材（ファイバー等）を用いない場合や、その他資材流失の恐れがある場合は、前項同様に追肥、灌水・養生等を検討・実施して下さい。



手で散布する場合の例



ポンプ等を用いる場合の例

手撒きで散布する場合（例）

(2) 既存の緑化工実施箇所の緑化効果の改善・補修に用いる場合

既往の緑化工（種子吹付、植生シート・マット、基材吹付、表土利用工など）を実施した際、基盤条件の局所的な違いや侵食による劣化等により、緑化状態にムラが生じ、必要な植被状態が得られず、補修が必要になる場合があります。しかし、再施工については、準備工（既往シート等の撤去、法面等の再整形等）や必要な資材調達（表土利用工用の仮置表土等）が、コストや資材調達条件により困難になるケースがあります。

BSC-1は、侵食による劣化を防止すると共に、形成したBSCが薄いながらも緑化基盤を形成するため、このようなケースに比較的容易に適用出来る補修対策用資材として活用可能です。また、既往の緑化工と組み合わせることで、緑化効果を向上させることも可能です。具体的な方法等については、前述の内容をご参照の上、現地条件等に応じてご検討下さい。



浸食で褐色の基盤が露出・肥料分流失

表層が安定し肥料分を効果的に供給

緑化工後植栽衰退箇所への BSC 工法による補完（例）



種子吹付工

BSC 工法+緑化種子

侵食が防止され種子が活着

種子吹付工よりかなり少ない種子量で実施

侵食により種子が流失

従来の種子吹付工と BSC 工法（種子入り）を比較した例

更に種子なしの植生シート等と組み合わせて用いるなど、既往の緑化手法・工法等と組み合わせて実施することも可能です。ただし、具体的な適用方法等については、予め適用する箇所の条件に合わせ、効果的な方法・組み合わせ等をご検討の上で、ご利用ください。



植生シート（無種子）敷設

BSC工法+植生シート（無種子）敷設

植生シート（無種子）との組み合わせによる侵入促進（例）

（3）農地に施した資材の効果の延命化・濁水流出防止に用いる場合

農地の土壌侵食・濁水発生が問題となる地域（南西島嶼域等）では、発生源となる畝間にBSCを早期形成することが、効果的な対策になることが知られています^注。また、耕土表層の侵食を防止することから、耕土に施した肥料・除草剤等を保持し、それらの効果の延命化による収量増や生産コスト縮減に貢献します。更に、このことは肥料や除草剤の農地外の水域への流出の抑制にもなるため、環境保全にもつながると期待されています。

ただし、BSCは耕土表層を保持することから、飛来した又は土中にある雑草の種子等も保持します。したがって、雑草発生の問題がある場合は、除草剤（土壌処理タイプ等）との併用をご検討下さい。なお、除草剤と同時にBSC-1を散布する場合は、BSCを形成する効果が低くなります。BSC-1は除草剤を散布する前に、基肥や追肥等に合わせて実施し、BSCの形成を確認した後に除草剤を散布してください（可能であれば基肥や追肥等の3週間～1ヶ月前にBSC-1を散布しておくことをお勧めします）。

以上の内容も含め、農地に適用する場合は、当該農地に作付している作物や営農体系との相性について予めご確認の上、利用方法を検討して、ご利用ください。

注：BSCの形成が農地等で有効な赤土等流出防止対策になることは農業系学会等で報告されています。

例：富坂峰人：バイオロジカル・ソイル・クラストを用いた侵食防止対策、農業農村工学会誌79（1）、p.36-37、2011 など

1.自然植生侵入工としての実施例



左は比較のため未施工

散布 2.5 ヶ月後
(BSCが発達)

林道のり面崩壊箇所* (沖縄県大宜味村)



海岸斜面崩壊地* (沖縄県恩納)

在来種（藻類）を用いることと、施工が簡単で仮設工等で自然環境を改変する必要性が低いことから、従来工法よりも低コスト&短期間になり、更に許可申請手続きに要する作業負担も少なくなります。



4.5 カ月後

工事中仮設構台撤去後地 (沖縄県恩納村)

*印は、自然公園地域内で実施。

2.既往緑化工（客土吹付等）の改善・補修対策としての実施例



0.5 カ月後

盛土部緑化不良箇所（種子吹付）の改善 (沖縄県恩納村)

吹付けた資材等の侵食による流出や、吹付けムラ等によって植生生育の不良箇所が生じた場合に、補完工として利用することができます(特に、機械が置けない、表土が無いなど、当初工法による再施工が困難な場合など)。

3.農地で散布した例（赤土等流出防止対策等として）



パイン圃場 (沖縄県石垣市)



サトウキビ圃場 (沖縄県石垣市)

農地においては、表土を除草剤等で処理する前（基肥以前）に資材を散布し、予めBSCを形成させることを提案しています。なお、BSCの形成により、侵食防止、除草剤流失防止のほか、作物の生育が良くなる傾向も確認しています。

5. 施工後のモニタリングについて

施工後に成績判定の必要がある場合等は、月平均気温おおむね15℃以上の月を目安に基本的に6か月間程度のモニタリングを実施し、前述の「道路土工 切土・斜面安定工指針」が示す、自然侵入促進工の成績判定の目安に基づき成否を判定願います。

モニタリングでは、通常の緑化工で成績判定等の指標として用いられている植被率（草本類等の葉による被覆の面積率）は、侵入・生育してきた植生には適用できますが、葉を持たず地表面に密着している土壤藻類・コケ・地衣類等で構成されるBSCには適用できません。したがって、施工後のモニタリングの定量的な指標として、侵入・生育した植生の植被率と別に、地表面におけるBSCの形成面積の比率、BSCによる被覆率を測定することを推奨しています。



BSCによる被覆の状況例
草本類の葉による被覆はわずかだが、ほぼコケが全面を覆っている(被覆率≒100%)

なお、BSCは、土壤藻類の生育が顕著でマット状まで発達したり、コケまで遷移が進むと、容易に目視確認できますが、通常は地表に薄く見える程度です。BSCが薄い場合は、裏側の基盤の色が透けるため、離れて見ると一見形成されていないように見えますが、BSCは薄くても侵食防止効果を発揮します。また、BSCは植物の種や孢子以外にも土の粒子等を付着させます。したがって、離れた位置からの目視でBSCがよく見えない = 施工結果が良くないという訳ではありません。したがって、BSCによる被覆率の判定においては、見た目ではBSCがわからなくても、地表面を観察し「①侵食が特になく」と「②少しひっかくと基盤と色が異なる」箇所には、BSCが形成されていると判断願います（次ページ参照）。その他、施工箇所におけるBSC-1の土壤藻類の生育確認等が必要な場合はご相談ください。

標準的なモニタリング項目としては、以下の内容が挙げられますが、施工目的・条件に応じて適宜設定願います。また、BSCの被覆率や侵入植生の植被率については、通常の緑化工と同様に調査員の現地確認により判定願います（撮影機器等を用いたBSCの被覆面積の測定方法等は現時点では確立されていません）。

【モニタリング項目の例】

- 施工後の天候状況 : ネットで近隣のアメダスデータを収集・整理（雨量、気温等）
- 地表面観察・撮影^注 : BSCの形成状況・被覆率、基盤状況（侵食、獣害その他破損等）
- 植生侵入・生育状況 : 侵入・生育している植生の状況・植被率（葉による被覆）

※BSC被覆率・侵入植生の植被率は通常の緑化工と同様に調査員の現地確認により判定する。

モニタリングの頻度は、施工後1か月は1回/週、2か月以降は1回/月程度を標準とし、施工目的・条件に応じて適宜設定願います。なお、これに関わらず台風・豪雨等があった場合は、適宜モニタリングを実施して状況を確認し、必要な対応を検討願います（化成肥料流失の恐れがある場合は追肥など）。

参考⑥：見た目で確認しにくいBSCの状況例



一部をかきとって周辺と比べるとわかりやすい。

侵入植物の空地には一見何も無いように見える 一見BSCが見えなくても効果を発揮している状況の例（マサ土・45度：施工6ヶ月後）



発達したBSCの上に土粒子等が付着した様子 同左 BSC自体の色も遠目ではわかりにくいBSCが形成され侵食を防止しているが見た目にわかりにくい状況の例（施工2ヶ月後）

元々侵食によりリルが多数形成されている箇所



BSC 施工なし



BSCは目視では不明瞭だが侵食が止まり植生が侵入 隣接する無施工区は植生なく豪雨で侵食が拡大 元々侵食が振興していた箇所に施工した後の状況例（施工2ヶ月後）

6. その他、注意事項等

BSCの形成は自然な植生遷移の初期に見られる自然現象なので、BSC-1によるBSCの形成が周辺に重大な影響を与えることは基本的にないと考えられます。ただし、なんらかの要因・条件等により、自然なBSCの形成自体も問題となるような箇所においては、使用をお控えください。また、そのような可能性がある場合は、予め調査・試験等で安全性等について調査した上でご利用願います。元々適用予定箇所周辺にBSCの構成種が存在しているかどうか確認する必要がある場合等は、土壌藻類に関する調査を事前に実施願います（必要があれば土壌藻類の調査・同定能力がある機関をご紹介します）。

また、BSC-1には遷移中の植生の種類を選択する機能はありません。散布箇所の周辺や土中に目的外の植生や種子（外来種等）が存在していた場合、それらの生育も促進しますので、自然植生侵入の促進を目的に散布する場合は、予め周辺の植生を確認するなど、適性等についてご確認ください。また、農地でご利用頂く場合、除草剤の利用等はBSC形成後にお願い致します。

なお、機械散布を実施する場合、外来種を用いた通常の緑化工を実施している機器等を利用すると、散布用機器等の内部に外来種の種子等が残留している場合があります。したがって、特に自然植生侵入の促進を念頭に機械散布を行う場等は、誤ってBSC-1と同時に外来種の種子等を散布しないよう、事前に使用する機器の洗浄を徹底して下さい。

何らかの要因・条件により、BSC-1で形成したBSCを撤去する必要がある場合は、BSCを表層土壌ごとそぎ取り（1cm程度以上）処分して下さい。表層土壌の撤去が困難な場合は、市販の土壌・芝地散布用の藻類防除剤等のご利用を検討願います。ただし、BSCの形成は植生遷移に伴う自然現象であるため、BSC-1により形成したBSCを撤去した後も、時間経過に伴いBSC-1に起因しないBSCが自然に発生すると考えられますので、ご了承願います。

【お問い合わせ先】

株式会社 日健総本社 <http://chlostanin.co.jp/index.html>

〒501-6255 岐阜県羽島市福寿町浅平1-32

社長室 BSC資材担当

Tel.058-393-0500、Fax.058-393-0510

参考

施工計画用資料

1. はじめに

BSC 工法とは、土壌藻類資材 BSC-1 を、水・肥料・ファイバー・侵食防止剤等と攪拌して散布・吹付けることで、植生遷移の最初の段階であるバイオロジカル・ソイル・クラスト（BSC）を早期形成させ、侵食防止を図ると共にその場に応じた自然な植生遷移をスタートさせる工法である（NETIS：OK-170002-VR）。

【主な特徴】

- 攪拌した資材溶液を既存の緑化用汎用機器等で吹き付けるだけの簡単な工法であり、労力・時間・コスト低減が図れる（丁寧な法面整形や、それに伴う排土・処分工も不要）。
- 外来種の導入、雑種の形成、遺伝子攪乱等のリスク回避のため、世界中どこでも分布し無性生殖である土壌藻類を用いており、環境保全規制の厳しい箇所にも適用可能。

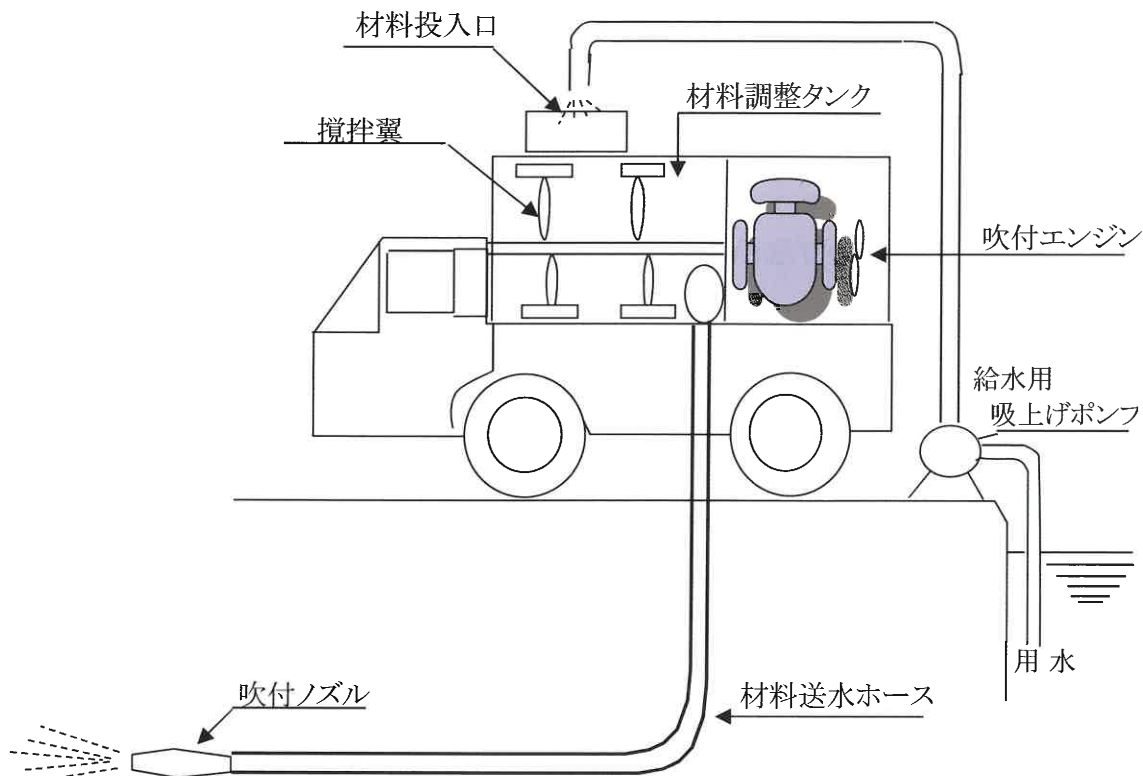
2. 施工概要

BSC 工法専用資材である BSC-1 を、水・肥料・ファイバー・侵食防止剤等とタンク内でスラリー状になるまで攪拌し、種子吹付工用のハイドロシーダーのポンプの圧力等により吹付ける。



BSC 工法の施工イメージ

ハイドロシーダー概要



タンク容量:2.5^m
4t車(車載式)

3. 資材構成 (例)

吹付け面積に応じて、下記材料を準備する。

資材配合表例(m²あたり) ※②~④、⑥の資材は概要及び使い方p10を参考に適宜設定願います。

項目	単位	数量	使用資材	備考
①BSC-1 自然侵入促進用生態的侵食防止剤	g/m ²	14	BSC-1	(株)日健総本社製 (資材①4g+資材②10g)
②肥料 普通化成肥料(10-10-10)	g/m ²	100	グリーンホスカ 細粒	ジェイカムアグリ(株)製
③侵食防止剤 (種子吹付用)	g/m ²	32	ポリゾール ローンフィックス ECO700	(株)レゾナック製 (種子吹付用侵食防止剤)
④ファイバー (種子吹付用)	g/m ²	60	王子 ファイバー	苫小牧王子紙業(株)製
⑤散布用水	ℓ/m ²	2	淡水	・機械散布における標準量
⑥その他 (必要に応じて使用する場合)	-	-	色粉	・着色剤:環境毒性や藻類 の生育阻害がないもの

4. 施工手順

現場では、吹付け面積及び施工回数（ハイドロシーダーのタンク容量による）に応じて、下記材料を計量・攪拌（10分以上）し、吹付けを実施する。

1) 事前清掃・洗浄

- ・前回使用時の種子の混入等がないように、使用機器等の洗浄を行う。

2) 地盤準備

- ・吹付に先立ち、法面清掃し、地盤のゴミ、浮石等を取り除く。

3) 資機材搬入・確認（立ち合い検査）

- ・使用する資機材の状態・数量確認（必要に応じ立ち合い検査）を行う（資材配合は前述の配合表の通り）。

4) 材料混合（使用資材・材料検収）

- ・吹付機に材料投入し攪拌する（攪拌しつつ投入）。

投入順：BSC-1→侵食防止剤→ファイバー
→（10分以上強攪拌）→肥料・その他

5) 吹付工

- ・肥料投入後、速やかに吹付を開始する。
- ・エアー、材料の圧送量を調整し、均一な吐出量でムラなく吹付を行う（地盤を荒らさぬように注意）。

6) 清掃・片付け

- ・施工後は、使用した吹付機（タンク、ポンプ等）、ホース、ノズル等を清掃・洗浄する。

使用する吹付機、ホース、ノズル等の事前清掃・洗浄を行う。

吹付機に先立ち、法面清掃など、必要な準備作業を行う。

機材・材料について、数量及び異常等がないか確認する。

吹付機に材料を投入し、攪拌する。なお、BSC-1を最初に投入し、10分以上強く攪拌して十分に溶解・分散させる。また、肥料は最後に投入する。

肥料投入後、速やかに吹付を開始する。エアー、材料の圧送量を調整し、均一な吐出量でムラなく吹付を行う。

吹付作業終了時は、吹付機（タンク、ポンプ等）、ホース、ノズル等の清掃・洗浄を行う。

施工の流れ

5. 施工管理 ※種子吹付工と同様

施工管理は以下の項目とする（立ち合い確認、写真記録・報告を実施）。

- ・材料の計量値の確認（準備状況、投入後の空袋等の状況）
- ・攪拌状況の確認（材料投入状況、攪拌時間など）
- ・設定した吹付け箇所への吹付け状況（均一に吹付けられているか目視確認）

施工後は、施工後1か月間は1回/週、2か月以降は1回/月、施工箇所に異常がないか確認する。また、顕著なBSCの形成や、植生の侵入が見られる場合は、写真撮影をおこなう。

なお、これに関わらず台風・豪雨等があった場合は、適宜状況を確認して、必要な対応を行う（化成肥料が流失の恐れがある場合は追肥など）。

作業内容確認シート

作業概要

作業名	BSC 工法	使用材料	BSC-1、肥料、ファイバー、侵食防止剤
施工場所	〇〇〇〇	予定作業員	3人
使用機械及び工具	4tトラック(吹付機車載式)	資格	普通免許
	揚水ポンプ	予定日数	〇日

作業内容

作業手順 (主なステップ)	急所 (安全・成否)	危険要因 (予想される危険)	危険有害要因の防止策	誰が
安全朝礼をする KY 活動	全員参加による	全員参加で当日の主な作業内容を確認する。特に危険な作業と場所、防止策を確認する。	作業役割分担の確認	職長
機械、車両の点検 材料の準備	オイル、水の確認 吹付ホースのキズの有無の確認	吹付ホース破損による 材料の飛散	始業前のホース、ジョイント等の 点検実施	作業員
吸水	揚水ポンプの確認	揚水ポンプの故障	使用前点検の実施	作業員
車両駐車に関する事項	タイヤ止め、カラーコーン による駐車表示	無人車両の移動	タイヤ止めを確実に行う又、他の 工事作業の妨げにならない場所に 駐車する。	
給水	揚水ポンプの確認	揚水ポンプの故障	使用前点検の実施	
車両駐車に関する事項	タイヤ止め、カラーコーン による駐車表示	無人車両の移動	タイヤ止めを確実に行う又、他の 工事作業の妨げにならない場所に 駐車する。	
材料攪拌	吹付材料の攪拌作業場 (機械上部)は常に整理 整頓する。	材料投入口への転落	安全帯を必ず着用し、投入口の上 には絶対に立たない	
吹付ホースの準備	周囲をよく確認し、ホース 先端から順序よく配置する	ホースに絡まり転倒する	お互いに合図を確認しながら足 元に注意し作業する	
吹付作業	保護具の着用	吹付材料が目、口、 鼻に入る	ゴーグル、マスクを必ず着用する 又、周囲へ飛散しないよう注意する	
	送水ホースは必要以上伸ばさない	ホースに絡まり転倒する	お互いに合図を確認しながら足 元に注意し作業する	
ホース、空袋の片づけ	ホースは順序よく巻く	ホース内の材料の飛散	ノズルロックが完全に閉まっている か確認する	

また、施工1か月後を目途に、標準的な状況の施工面にコドラートを設け、上記の確認に合わせて吹付面（表面）における散布資材・BSC の状況を確認する。コドラートは、林野庁東北森林局の治山工事検査要領細則に準じて、1か所当り 10×10 cmとし、数は以下のとおりとする。

- 施工面積 1,000 m²未満 : 2箇所以上
- 施工面積 1,000～5,000 m² : 3箇所以上
- 施工面積 5,000 m²以上 : 5箇所以上

BSC は薄くても侵食防止及び植生侵入促進効果を発揮するが、BSC 自体の色や薄く基盤の色がすけるような場合や、BSC 上に土粒子が付着したり BSC 自体の色が不明瞭な場合は、離れた位置からのデジカメ撮影では確認・記録が難しい。したがって、施工箇所におけるBSC（藻類等）の存在の確認・記録は、表面の近接写真（拡大写真）を撮る、表面を少し掻きとって地盤との色の違いを撮影する等^注により行う。

注1：見ただ目で確認しにくいBSCを確認・記録例



侵入植物の空地には一見何も無いように見える 一見BSCが見えなくても効果を発揮している状況の例（マサ土・45度：施工6ヶ月後）



発達したBSCの上に土粒子等が付着した様子 同左 BSC自体の色も遠目ではわかりにくいBSCが形成され侵食を防止しているが見た目にわかりにくい状況の例（施工2ヶ月後）

6. モニタリング ※施工後にモニタリングして施工結果を判定する必要がある場合

自然侵入促進工の成績判定を実施する場合は、工事完了後も1回/月程度、施工箇所についてモニタリング（下記項目）を行う。なお、これに関わらず台風・豪雨等があった場合は、適宜モニタリングを実施して状況を確認し、必要な対応を検討する。

【モニタリング項目】

- ・施工後の天候状況 : ネットで近隣のアメダスデータを収集・整理（雨量、気温等）
- ・地表面観察・撮影^注 : BSCの形成状況・被覆率、基盤状況（侵食、獣害その他破損等）
- ・植生侵入・生育状況 : 侵入・生育している植生の状況・植被率（葉による被覆）

※BSC被覆率・侵入植生の植被率は通常の緑化工と同様に調査員の現地確認により判定する。

モニタリングは、月平均気温おおむね15℃以上の月を目安に、基本的に施工後6か月となる時点まで実施し、「道路土工 切土・斜面安定工指針」が示す、自然侵入促進工の成績判定の目安に基づき成否を判定する。

自然侵入促進工の成績判定の目安

目標及び対象	評価	施工6ヵ月後の状態 ^{注2}	対応策
自然侵入促進工	可	侵食が認められない。所々に侵入植物の発芽個体が認められる。	
	判定保留	侵食は認められないが、侵入植物の発芽個体も認められない。	翌年の生育期 ^{注3} を経るまで様子を見る。
	不可	侵食が認められ、拡大する可能性がある。	原因を追究し、工法を再検討した上で再施工する

注1：道路土工 切土・斜面安定工指針（平成21年度版）が示す解表8-10「自然侵入促進工の成績判定の目安」より、ネット工や基材吹付工に係る内容を除いて整理した。

注2：植物の生育期以外や、生育期を6ヵ月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。

注3：生育期とは、月平均気温おおむね15℃以上の期間を指す。

注：BSCの形成及び効果について（メーカー資料）

- ・地表の微妙な環境の違いによりBSC形成状況にムラが生じる点は予めご了承願います。
- ・BSCは、通常は地表に薄く見える程度です。BSCが薄い場合は、離れて見ると一見形成されていないように見えますが、BSCは薄くても侵食防止効果を発揮します。また、BSCは土の粒子等も付着させます。したがって、離れた位置からの目視でBSCがよく見えない = 施工結果が良くないという訳ではありません。



BSCは目視では不明瞭だが侵食が止まり植生が侵入



隣接する無施工区は植生なく豪雨で侵食が拡大

元々侵食が進行していた箇所に施工した後の状況例（豪雨後：施工2ヶ月後）

注2：クロロフィル蛍光*による土壌藻類の確認・記録方法

BSC が薄く、更に基盤の色が濃い場所（黒色、その他暗色等）では、現場で目視したり、表面を少し掻きとっても色の違いが不明瞭で BSC の確認・撮影が難しい場合がある。

このような場合は、葉緑素（クロロフィル）の赤い蛍光発光を利用して、土壌藻類等の存在を確認する。土壌藻類等が地表面に存在し BSC を形成している場合、ブラックライトで紫外線を照射すると、土壌藻類内にある葉緑素が青系統と異なる赤い蛍光を発する（クロロフィル蛍光）。この状況を撮影することで BSC の有無を確認・記録できる。

クロロフィル蛍光により土壌藻類の確認を行う場合は、以下の内容に基づいて実施する。なお、この方法は BSC や土壌藻類の状況を定量的に測定するものではなく、施工個所に BSC が形成・維持されていることを確認するために用いるものである。

【使用機器】

ピーク波長 365nm、焦点調整が可能で、光源の光が強く数が多いものが良い。

- ・ブラックライト（※使用する携帯型ブラックライトの仕様等について記載する）
- ・遮光シートなど（撮影時に日光をさえぎるため。夜間撮影等では不要。）
- ・デジタルカメラ（クロロフィル蛍光は可視光なので通常のカメラで撮影可能。）

【撮影方法】※日光の弱い時間帯・天候時が良い

- ・コドラートやその他確認したい箇所の太陽側を遮光シート等で覆い影を作る（夜間は不要）。
- ・ブラックライトで地表面を照らして、クロロフィル蛍光（赤色）の有無を確認する。
- ・蛍光状況をデジタルカメラで撮影する。
- ・一連の作業状況について撮影・記録する。



クロロフィル蛍光による BSC 確認例

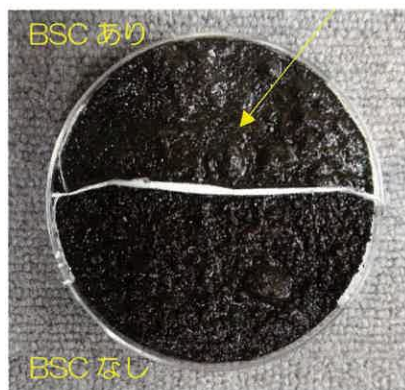
☆クロロフィル蛍光とは

クロロフィル a から直接発せられる蛍光。その波長は生葉で 683nm 付近（赤色帯：可視光域）にピークを持つとされる（地球環境調査計測辞典 第 1 巻 陸域編①より）。

クロロフィル a は光合成を行うほぼ全ての植物・藻類が細胞内に有している。

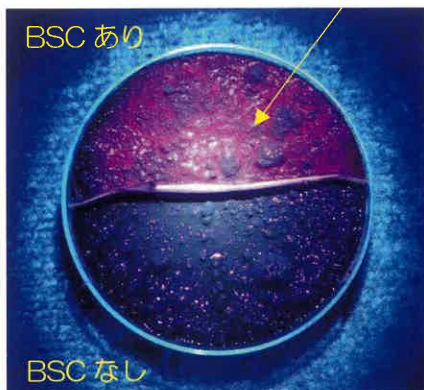
（メーカー資料）

目視確認困難



薄い BSC の例（上半分）
※基盤の色が濃く BSC も薄いので見た目では存在が分からない。

目視確認可（撮影可）



クロロフィル蛍光写真
※ブラックライトで照らすと、BSC が赤色に光り、存在が確認できる。

BSC（土壌藻類）が存在していれば、ブラックライトの青い光と違う赤い蛍光色が確認・撮影できる。なお、紫外線のピーク波長が 400nm など可視光に近づくほど、青い光が強くなり、赤い蛍光が見えにくくなるため、ピーク波長が 365nm など、波長の短いブラックライトが適している。