

土壌藻類を組み込んだ自然侵入促進型 植生マット (BSC マット) の性能評価

松本 晶¹⁾・富坂峰人²⁾・尾関哲史²⁾・荒木功平³⁾

¹⁾多機能フィルター株式会社, ²⁾日本工営株式会社, ³⁾徳山工業高等専門学校

1. はじめに

近年, 植生工では, 自然に飛来する種子の定着により緑化を図る自然侵入促進工が着目されている. 本研究では, 土壌藻類を組み込んだ自然侵入促進型植生マット (BSC マット) の性能評価を行った. BSC (バイオロジカル・ソイル・クラスト) とは, 糸状菌類, 土壌藻類, 地衣類及びコケ植物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である. BSC は植生遷移の最初に見られる自然現象で, 表面侵食を防止する効果を有する. BSC マットは, 侵食防止用植生マットに BSC 資材を組み込むことにより, 施工直後から侵食防止機能を有するマットと, クラスト形成により高い保水性を有し早期植生遷移が可能となる BSC 資材の, 両者の利点を活かした自然侵入促進型植生マットである. BSC マットで用いる土壌藻類資材 (BSC-1) は全世界に分布する汎存種のため外来種には該当せず, 無性生殖のため自生種との交雑も生じないため, 自然環境への影響はないと考えられる. 本研究では, 屋外試験及び ASTM 規格の小規模降雨試験を実施し, BSC マットの植生及び侵食防止性能の評価を行った.

2. 屋外試験

2.1 試験方法

山口県周南市の徳山工業高等専門学校敷地内の南西向き斜面にまさ土を用いて勾配 30 度, 斜面長 7m の盛土を造成した. 造成した盛土に 90cm 間隔で木の板を設置し, 合計 6 区画を調製した. 試験は, 対照区として裸地, 試験区として侵食防止マット及び BSC マットを 2 区画ずつ敷設して, 2021 年 5 月 28 日から開始した. 試験品の構造を図-1 に示す. 侵食防止マット及び BSC マットは, ポリエチレン製のネット及びポリエステルの不織布により構成されており, 両マットの厚さは約 10mm である. 各区画の下端部に容器を設置し, 降雨により流出した土砂量の計測を行った. また, 土壌藻類の増殖や周辺からの自然侵入植生の状況等について調査を行った.

2.2 試験結果

(1) 侵食防止性能

試験開始から 6 日後の 6 月 3~4 日の降雨で裸地₁ が崩壊した. 6 月 3 日昼頃からの降雨は夜に強くなり, 翌日の 4 日午前 3 時の 1 時間降雨量 32.0mm をピークに昼過ぎまで降り続いた. 降り始めからの積算降雨量は 137.5mm であった. 裸地₁ の崩壊時刻は 4 日 2:04 であった. 裸地₁ は斜面中央から崩壊が発生し, 土砂流出量は 18kg を超えた. 一方, 試験区の斜面の変状は見られなかった. 平均土砂流出量は, 侵食防止マットは 31.6g, BSC マットは 1.4g とわずかであり, 施工直後からの高い侵食防止効果を裏付けているといえる. さらに, 3 日間の総雨量が 162.9mm となった 7 月 7 日~9 日の豪雨で裸地₂ が崩壊した. 7 月 7 日 18 時の時点で裸地₂ は約 9kg の土砂流出量が確認されており, こ

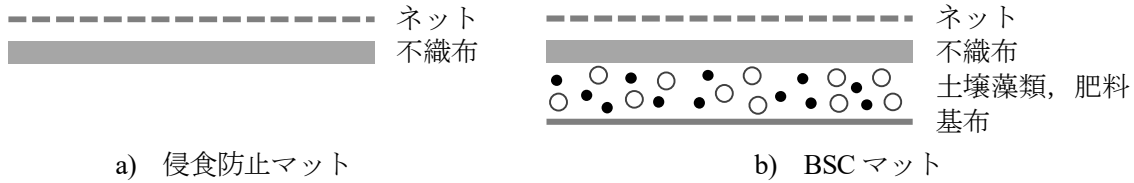


図-1 試験品の構造

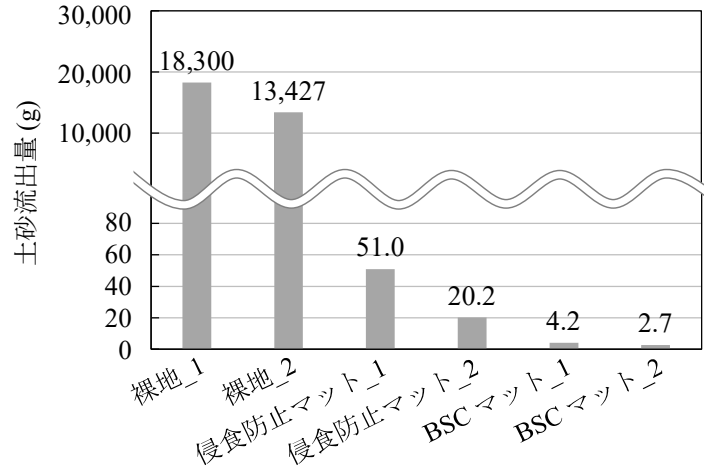


図-2 土砂流出量

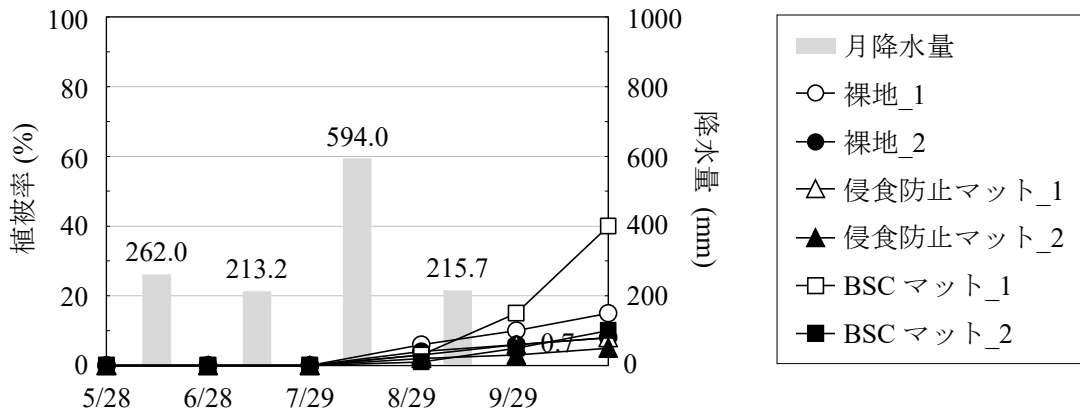


図-3 植被率

の時点で裸地_2 は崩壊とみなした。図-2 に対照区と試験区の土砂流出量を示す。なお、裸地_1 は崩壊した 6 月 4 日までの土砂流出量である。崩壊した裸地と比較して、試験区の侵食防止マット及び BSC マットは大きな変状は見られず、土砂流出量も少ない値であった。特に、BSC マットの平均土砂流出量は裸地平均の 1/4,500 以下であり、高い侵食防止効果が確認された。

(2) 植生

5 か月間の植被率の推移を図-3 に示す。施工から 5 か月経過後の 11 月初旬に対照区及び試験区の侵入植物の個体数及び種類の調査を行った。施工から 5 か月後の斜面状況を写真-1 に示す。

BSC マットの植被率は裸地及び侵食防止マットに比べて、比較的高い値となった。10 月の降水量は 0.7mm と非常に少なく周辺からの植生が侵入・成長しにくい条件にも関わらず植被率が増加していることから、BSC 形成により植物の侵入が促進されたことが推測される。また、侵入植物の個体数は裸地の約 2.5 倍となり、BSC マット_1 では試験区内で唯一木本類（アカメガシワ）が見られた。植生調



裸地_1 侵食防止 マット_1 BSC マット 1 裸地_2 侵食防止 マット_2 BSC マット_2

写真-1 施工後 5 か月

査により、試験法面の周囲に自生している植物が BSC マットに侵入し、自然植生が成立したことが確認された。裸地の植物の生育範囲は土壌崩壊痕に偏るのに対し、BSC マットは全体に比較的偏りなく植物の定着がみられた。なお、自然侵入促進工の評価方法^リでは施工後 6 か月における成績判定を挙げているが、11 月以降は降雨が少なく、気温低下等により植物侵入も減少することから、施工後 5 か月時点での評価を行った。

(3) BSC 形成状況

試験開始から 17 日経過時の BSC マットに目を近づけ観察したところ、不織布に広く土壌藻類（緑藻類）が増殖しており、全体的に緑色に変化していた。また、5 か月経過後に BSC マットをめくり背面を観察したところ、濃淡はあるが全面的に土壌藻類が分布していることが確認された。裸地及び侵食防止マットではこのような状況は見られず、BSC マット試験区では土壌藻類による BSC 形成が進んだと推測される。

3. 小規模降雨試験

本論文ではアメリカの ASTM 規格に準拠した小規模降雨試験を行った。ASTM 規格は、アメリカの標準化団体である ASTM International（旧称 American Society for Testing and Materials：米国試験材料協会）が策定し、発行する規格である。ASTM 規格は任意規格でありながら、世界各国で法規制などの基準とされるなど、国際的に広く通用している。この ASTM 規格の中の小規模降雨試験 (ASTM D7101) に基づき、徳山高専人工降雨試験装置を改良して、試験を行った。

3.1 試験方法

試験は、降雨強度 50mm/h、100mm/h、150mm/h を 30 分毎斜面に与え、試験区（侵食防止材による土砂被覆）の土砂流出量に対する対照区（裸地）の土砂流出量の比率（SLR：Soil Loss Ratio）で評価する。試験は裸地（対照区）と BSC マット（試験区）について行った。試験に用いた試料は屋外試験で使用したものと同一のまさ土である。

3.2 試験結果

BSC マットの土砂流出量は土壌藻類などの有機物等が含まれていることから強熱減量値を測定し、得られた結果より補正を行った。土砂流出量と SLR を表-1 に示す。表-1 より対照区の裸地に比べて、試験区の BSC マットの土砂流出量は極めて小さい値となった。BSC マットの平均 SLR は 192 であり、

表-1 土砂流出量と SLR

降雨強度 (mm/h)	土砂流出量(g)		SLR
	裸地	BSCマット	
50	88.6	0.8	106
100	203.2	1.1	177
150	465.9	1.6	294
平均値	—	—	192

高い侵食防止機能が示された。アメリカで行われた同規格の試験結果では、アメリカ製侵食防止マットの平均 SLR は 5.0~14.0 となっており²⁾、BSC マットの SLR が非常に高いことが示唆される。濁水サンプルを比較すると、裸地に比べ BSC マットは濁度が低くなった。なお、BSC マットの土砂流出量には、試験時に試験装置上部に敷設した未養生の BSC マットから流出した藻類資材や肥料等が含まれている可能性があることから、表-1 の値は安全側の数字となっている。

4. まとめ

本論文では、屋外試験及び小規模降雨試験を実施し、BSC マットの法面保護効果について検討を行った。試験で得られた知見を以下に示す。

- ・ BSC マットの侵入植物の個体数は裸地斜面の約 2.5 倍で、侵食部にのみ植生が見られた裸地と異なり、全体に偏りなく植物の定着がみられた。
- ・ BSC マットの屋外試験における平均土砂流出量は裸地平均の 1/4,500 以下であった。
- ・ BSC マットの平均土砂流出比 SLR は 192 となり、侵食防止機能は高いといえる。

屋外試験において BSC マットの植生形成状況は裸地と比べて早く、かつ良好であり、土砂流出量も抑えられることが分かった。また、小規模降雨試験においても、高い侵食防止効果が裏付けられた。

今後は、BSC マットの植生の侵入能力の向上のために、飛来種子の捕捉を向上させるネットの仕様等を検討する予定である。また、今回の小規模降雨試験では、ASTM 規格に準拠して勾配は 18.43°としたが、国内の一般的な斜面勾配¹⁾と比較すると非常に緩勾配である。同規格の試験で勾配を変化させた場合、勾配が急になるに従って試験品の土砂流出量は増加することが示されている³⁾。これを踏まえて、国内の盛土・切土法面の勾配に合わせた試験条件の選定を検討する必要がある。

謝辞

本研究を行うに当たり徳山工業高等専門学校の上俊二特命教授、桑嶋啓治准教授、福田靖技術長には多大なるご協力を頂いた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本道路協会：道路土工一切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版），p.266，2009.
- 2) Sprague, C.J. and Sprague, J.E. : Testing and Specifying Erosion Control Products, Conf. XXXXVI, International Erosion Control Assoc., San Antonio, TX., 2016.
- 3) V. K. Midhal and S. Suresh Kumar : Influence of woven structure on coir rolled erosion-control products, Geosynthetics International, 20, No.6, pp.396-407, 2013.