

ペーパースラッジ灰を用いた環境配慮型緑化基盤材の開発

大嶋 泰平*

Taihei Ohshima

1. はじめに

ペーパースラッジ（以下 PS）は、紙を製造する際に廃棄物として発生する有機汚泥である。我が国のパルプ・紙加工製造業から排出される PS の量は、総廃棄物量の約 8.6% を占めている。PS 灰は、PS の減容化を目的として焼却処理されたものである。PS の主成分は有機物であるのに対し、焼却処理をした PS 灰の主成分は生石灰であり、その割合は約 60% を占める。生石灰と土壌と混合して水を添加すると、カルシウムイオンが土壌粒子と結合し硬化する「自硬性」の特長を有する。そのため現在 PS 灰は主にセメント原料として利用されている¹⁾が、筆者はその PS 灰の特徴を法面緑化工法に用いられる「緑化基盤材」に適応できる可能性を検討した。

法面緑化工法は植生で被覆することにより、浸食や崩落等を防ぐ工法であり、自然環境への影響緩和や景観の向上等、環境を改善する働きを有している²⁾。その工法に使用される緑化基盤材は、土壌改良材（堆肥）や種子、法面に固定するための接合材を配合した資材であり、この接合材に PS 灰が置き換えられる可能性がある。

2021 年度に接合材として PS 灰に置き換えられる緑化基盤材の配合条件を小規模試験で確認したため、今回フィールド試験にてその条件の有効性確認試験を行った。本抄録ではその結果を報告する。

2. 試験概要

(1) 供試した PS 灰について

本試験には上山製紙株式会社から提供頂いた PS 灰（写真一）を使用し試験を実施した。本試験を実施するにあたり、品質確認を実施し、土壌環境基準を満たすことを確認している。

(2) 試験条件

PS 灰の適正配合量を決定するために、2021 年度実施した室内試験では、緑化基盤材の材料である土壌改良材をベースとし、接合材であるセメントと合成樹脂、PS 灰、添加材（石膏）の配合量に差をつけて比較試験を行った。その結果、土壌硬度や発芽率、生育が良好であった条件を 2 条件選定し、フィールド試験に採用した。フィールド試験では、一般的に施工されている接合材を配合した



写真一 PS 灰の外観図

表一 各種吹付条件の配合一覧

実験条件	既往配合	PS 灰のみ	PS 灰 + 添加材	
特長	一般的な配合	PS 灰配合のみ	合成樹脂 + PS 灰 + 石膏	
配合内容	土壌改良材 (ℓ)	2,000	2,000	2,000
	接合材 (kg)	1.0	-	1.0
	PS 灰 (kg)	-	60	30
	石膏 (kg)	-	-	3.0
	肥料 (kg)	3.6	3.6	3.6
	種子 (kg)	2.4	2.4	2.4



写真二 試験法面と法枠（左）、吹付施工の様子（右）

条件を対照区とし、「PS 灰のみ条件」と「PS 灰 + 添加材条件」の計 3 条件とした。詳細な配合条件は表一に示した。

(3) フィールド試験

試験は、宮城県石巻市雄勝町の法枠のある急傾斜地で実施した（写真二（左））。法面の勾配は 1 : 1、吹付範囲は法枠内とした。法枠の内寸は 1,700 mm × 1,700 mm、1 試験区当たり横 2 マス、縦 4 マスの範囲とした。緑化基盤材の吹付にはモルタルガンを使用し、吹付厚 70 mm で施工した（写真二（右）、写真三）。

生育調査は月 1 回実施した。土壌硬度は山中式硬度計を用いて、法枠内の 3 点を計測し、その平均値とした。生育調査は、0.1 m × 0.1 m のコドラート法にて発芽本数を測定し、1 m² 当たりの本数に換算した。草丈は発芽している株の地際から先端までを各試験区で 3 株測定し、その平均値を算出した。

3. フィールド試験の結果

(1) 基盤材の性能

今回試験した土壌硬度の結果と室内試験の結果を図一に示した。緑化基盤材の硬さは、柔らかいと風雨によ

* 技術研究所環境技術グループ

って土壌が流亡し易く、反対に硬いと植物が生育し難くなるため、適正な土壌硬度は山中式土壌硬度計を用いて10～25 mmと言われている。今回試験したPS灰のみ区、PS灰+添加材区はどちらも適正な範囲に収まることを確認した。また室内試験の結果とも同等の結果が得られていることから小規模試験の再現が取れていることも確認できた(図-1)。

生育結果を表-2に示す。発芽数についてコドラート法による算出では、既往配合区に比べ「PS灰のみ区」、「PS灰+添加材区」の順に低下するが、写真-4のように「PS灰のみ区」については、既往配合と比較して区内全域で均一に生育しており、既往配合と同等に生育すると判断できる。草丈は全試験区で同等であった。

(2) 施工性・コスト

施工性・コストの結果を表-2に示した。今回PS灰を配合した2つの条件の施工性は、既往配合と比較して施工性が悪くなることはなく、一般的な配合と同等に吹き付けることができた。

法面緑化工法に係るコストの中で、PS灰に置き換えた場合の変動部分は、主に材料費(土壌改良材等)の部分であり、全体のうち約3%にあたる。そこで接合材を廃棄物であるPS灰に変更した「PS灰のみ区」は、既往条件と比較してコストを抑えられることを確認し、約2.5%のコスト削減となった。一方「PS灰+添加材区」は、他の資材コストが上乘せされ、コストアップとなった。

(3) 総合評価

土壌の性能や、植物の生育、施工性・コストの面を鑑みると、「PS灰のみ」の条件が検証した中で優れていることを確認した。

4. まとめ

本フィールド試験より、廃棄物として扱われるPS灰を緑化基盤材の資材(接合材)として一般的な配合に比べ遜色なく利用できることを確認した。PS灰を用いることは、資源循環の観点からも有効である。この試験は長期に渡って調査していく必要があるため、今後も引き続き緑化状況を調査し、性能評価を行っていく。

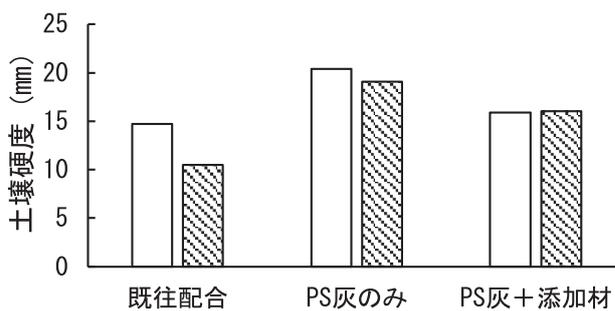
謝辞。本研究開発は、宮城大学との共同研究の成果の一部である。本研究にあたり、ご指導を賜った北辻政文教授に心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 吉川勝秀, 三木博史, 和田正, 上野将司, 門間敬一, 藤原宣夫, 三浦裕二:生態学的な斜面・のり面工法—これからの緑化技術—, 山海堂, 2006
- 2) 谷 幸雄:ペーパースラッジ灰の有効利用について, 紙パ技協誌, 63巻12号, 2009



写真-3 法枠への吹付後の様子



ロフィールド試験 □室内試験
図-1 各試験区の土壌硬度の差異

表-2 各試験区の生育等の結果

実験条件	既往配合	PS灰のみ	PS灰+添加材
発芽数*	40本/m ²	30本/m ²	10本/m ²
草丈	16.6 cm	15.3 cm	15.3 cm
施工性	-	既往配合と同等	既往配合と同等
コスト	-	-2.5%	0.7%

※コドラート法にて計測



写真-4 吹付3ヵ月後の植生の様子
※最下段のマスの生育が悪いのは野生の鹿に食害された影響によるもの