

発泡スチロール箱および廃棄物を用いた屋上緑化材料の適用性に関する基礎的研究

長崎大学工学部 学生員○高木 謹 長崎大学工学部 正会員 山中 稔
西日本エンジニアリング(株) 松本健一郎 長崎大学大学院 正会員 後藤恵之輔

1. はじめに

近年、都市の気温が上昇するヒートアイランド現象が問題となっているが、その原因の一つとして、コンクリート建造物からの放射熱の高さが挙げられている。その対策として今、屋上緑化が注目されている。屋上緑化材料としては、植物が生育するという条件とともに、より軽量であること、またメンテナンスが容易であることが望まれるものである。一般に屋上緑化材料は高価であり、また重いという性質がある。本研究では、軽量性を有する発泡スチロール箱に、廃棄物である熔融スラグとリサイクル材である発泡廃ガラス材を混入した緑化材料による、屋上緑化方法の有用性について地上リモートセンシング技術を用いた基礎実験を行ったものである。

2. 発泡廃ガラス材及び熔融スラグの諸性質

発泡ガラス材は、廃棄物として排出・回収されたガラスピンを粉碎・粒度選別した後、添加材を混合し、900℃の高温で焼成・発泡させたものである。

表-1に、用いた発泡廃ガラス材の一般的性質を示す。発泡廃ガラス材の熱伝導率は、乾燥した木材における値0.14~0.18 W/m・Kと同程度であることから、緑化材料に混入し屋上に敷設した場合、屋上下部の階の減熱化が期待できる材料であると言える。また、発泡廃ガラス材は、無害で保水性・保肥力に優れており、アルカリ性であるため酸性土の中和剤の役割も果たす¹⁾とも言われている。

一方、熔融スラグとは、焼却灰等の廃棄物を燃焼熱や電気から得られた熱エネルギー等により超高温(1,200℃以上)下で加熱、燃焼させ、無機物を熔融した後に冷却したガラス質の固化物である。

3. 供試体及び測定方法

1) 供試体

軽量かつ断熱性のある発泡スチロールを型枠として用いて、各型枠には粒径10~25mmの発泡廃ガラス材を5cmの層で下部に敷いており、その上層には、4種類の緑化土壌(①腐葉土のみ、②腐葉土に発泡廃ガラス材30%配合、③腐葉土に熔融スラグ30%配合、④芝草用一般土)を、それぞれ5cm設置した。なお、いずれの供試体共に、芝生の発育を促進するために、若干の微生物肥料を添加している。

表-2には、各供試体における灌水前の単位体積重量を示す。軽量性という面からは、配合条件①及び②が優れていると言える。

表-2 各供試体における灌水前の単位体積重量

配合条件	上層部	下層部
①腐葉土のみ	40 kN/m ³	発泡廃ガラス材 (粒径10~25mm) 30 kN/m ³
②発泡廃ガラス材30%配合	40 kN/m ³	
③熔融スラグ30%配合	80 kN/m ³	
④芝草用一般土のみ	100 kN/m ³	

2) 調査方法

測定方法としては、①熱赤外線映像装置(サーマルカメラ)による土壌及び芝生の表面温度測定、②スペクトルフォトメータによる分光反射特性曲線及び正規化植生指標(NDVI)の算出の二つを中心に行い、さらに層内の温度を、③棒状温度計により測定した。

表-1 発泡廃ガラス材の特徴

特性項目	特性値
絶乾比重	0.3~0.6
吸水率	30%以上
孔径	10µm~2mm
熱伝導率	0.166W/m・K

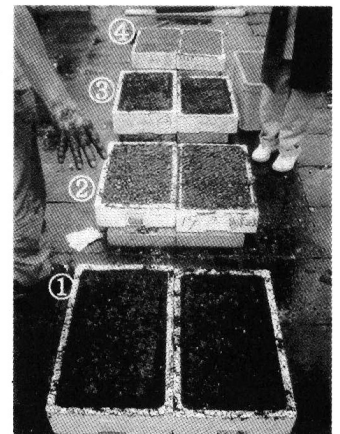
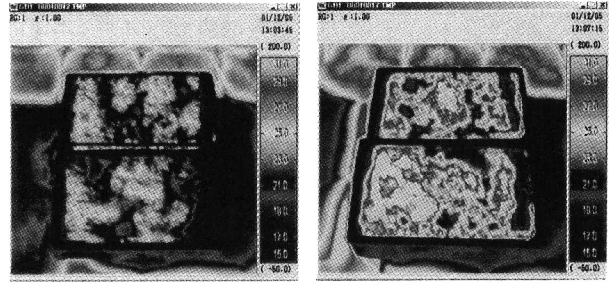


写真-1 供試体状況

4. 調査結果

1) 表面温度分布

画像-1(a)、(b)に、サーマルカメラによる発泡廃ガラス材 30%配合及び熔融スラグ 30%配合の供試体における表面温度の分布を示す(調査日:快晴)。表面温度分布から、発泡廃ガラス材 30%配合の供試体の方が、熔融スラグ 30%配合の供試体よりも低い温度分布を呈することが明らかとなった。



(a) 発泡廃ガラス材 30%配合 (b) 熔融スラグ 30%配合

画像-1 表面放射温度分布 (2001年12月5日観測)

2) 分光反射特性

図-1に、スペクトルフォトメータによる発泡廃ガラス材 30%配合の分光反射特性曲線を示すが、比較的健全な植物の示すグラフに類似した曲線を呈していると言える。この分光反射特性から、正規化植生指標 (NDVI) を算出した。なお、芝生の NDVI 値を算出するにあたって用いては、次式を用いた。

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$$

NIR: 波長 850nm (近赤外線域) の反射率

VIS: 波長 650nm (可視光線域 (赤色)) の反射率

図-2に各供試体の NDVI の結果を示が、熔融スラグ 30%配合の供試体のみ、その芝生の活性度を示す NDVI 値が約 2 ヶ月後に低下していることが分かる。

3) 土壌内温度

サーマルカメラでは検出できない土壌内部、芝生下部、そして供試体下部の温度を、棒状温度計を用いて測定し、各箇所の温度比較を行った。

図-3には、各個所における温度の測定結果を示している。熔融スラグ 30%配合以外の供試体の温度は、コンクリートの屋上床面の表面温度よりも 10℃以上低かった。「供試体下部」の温度とは、供試体と屋上床面の接点であり、この温度と屋上床面の温度を比較することで、屋上緑化による減熱効果が把握することができる。

5. まとめ

以上の結果から、緑化土壤に、発泡廃ガラス材を 30%配合した供試体は、表面温度、土壌内部温度ともに低く、また芝生の活性も高いことから、屋上緑化材料に有効であることが明らかとなった。

また、屋上緑化材料を入れる容器として用いた発泡スチロールは、有効利用が望まれる材料であることから、屋上緑化材料に使用することで、発泡スチロールの特性を活かした有効利用が可能であると考えられる。

参考文献: 1) 原・横尾・江口・桃崎: 発泡廃ガラス材を用いた斜面緑化工法の事例-湧水処理と植生の保水材として、地盤工学における生態系を考慮した環境評価に関するフォーラム発表論文集, 地盤工学会, pp. 43-44, 1999.

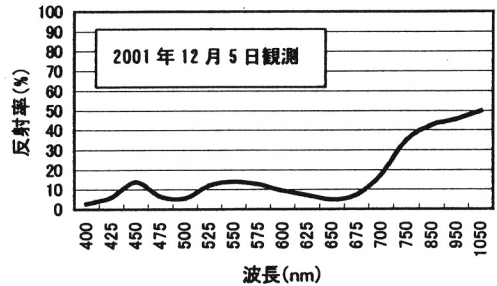


図-1 発泡廃ガラス材 30%配合の分光反射特性曲

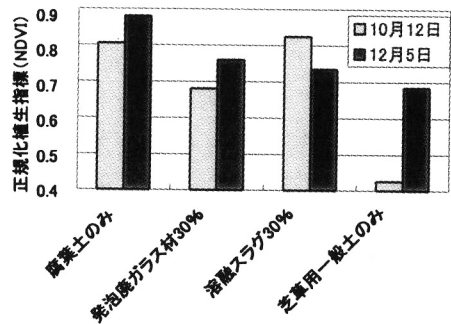


図-2 二時期における正規化植生指標 (NDVI)

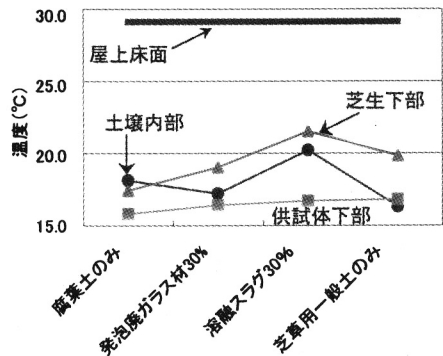


図-3 各層の温度測定結果(2001年12月5日測定)