

廃棄物利用による屋上緑化基盤材の検討

日大生産工（院） ○高梨 裕次 日大生産工 大木 宜章
日大生産工（非常勤講師）坪松 学 日大生産工 高橋 岩仁
日大生産工（院）三橋 正宏

1. まえがき

近年、夏季において都市域ではヒートアイランド現象が顕著に現れ、さらなる熱環境の悪化とともに熱中症など、疾病による人間活動への影響も問題となっている。そのなかで、自然の力を用い、都市の熱環境対策として、屋上緑化が挙げられる。

しかし、屋上緑化を行う際、屋上は元々何も載せるように設計されていないため、重量物である土を自由に盛ることができない積載荷重の問題がある。そこで、緑化基盤を薄層化し屋上緑化を実現することも可能であるが、十分な基盤厚を確保できないために、水分・養分量の不足から施工後の生育不良といった問題も起きている。

また、本研究は資源の有効利用として基盤材に産業廃棄物である下水汚泥から作られるコンポスト汚泥、上水汚泥、また建設現場で多く排出される木材を炭に加工し使用した。

これらの材料は、人間が生活する上、永久的に排出され環境問題、最終処分場の余命問題からリサイクル率が増加しているが、資源循環型社会を目指す上で、さらなる再資源化を進める必要がある。

これより本研究は、廃棄物を有効利用し、植生が生育しやすい屋上緑化基盤材を使用材料の比率、基盤厚、設置場所を変更することで検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 実験方法

実験は2007年7月31日に生産工学部校内駐車

場（アスファルト舗装）上に試験体を設置した。緑化方法は 12mm厚の底部に水はけ用の孔(φ 10mm)を開けた木枠(585mm×780 mm×150 mm)に100 mm厚と50mm厚の基盤材を入れ、植栽には屋上緑化に多く用いられる高麗芝を使用した。また、50 mmの試験体は他と同様なアスファルト舗装上、地上約1mのはしご上、アスファルト舗装に30mmの盛土上の3ヵ所に設置し、1ヵ月にわたり灌水を行った後、生育経過を観測した。

2. 2 使用材料

実験に使用したコンポスト汚泥、上水汚泥、炭の写真をPhoto 1に示す。

コンポスト汚泥は、下水汚泥を利用するに当たり、衛生面、安全性、肥効性などを満足させるため、脱水汚泥を好気性発酵（コンポスト化）処理した。上水汚泥は、上水処理で発生する上水発生土であり、泥状のものを乾燥し粒状化して利用した。炭は木材を原料とし、形状は施工しやすいチップ状のものを使用した。



Photo 1 基盤材使用材料

2. 3 配合

今回用いた配合比をTable 1に示す。配合方法は体積比より決定し人力によって混合した。また、

Examination of green roof base materials by waste use

Yuji TAKANASHI, Takaaki OHKI, Manabu TUBOMATU, Iwahito TAKAHASHI,
and Masahiro MITHUHASHI

配合比は斜面緑化の技術報告よりコンポスト汚泥 2 : 上水汚泥 2 : 炭 1をベースとし、この配合比については100mmと50mmの二つの基盤厚についても検討した。

3. 測定方法

デジタルカメラによる写真撮影から芝の生育状態を定期的に視的観測するとともに、3ヵ月後における各試験体の葉丈、葉幅を50本測定し、それぞれの平均値を求めた。さらに、スペクトルメーターを用い、植生の生育を表面的な色彩およびクロロフィル（葉緑素）の活性度を測定した。

4. 測定結果

4. 1 基盤厚相違による視的生育状況結果

3ヵ月後における各試験体の生育状況写真を右に示す。

基盤厚100mm(CASE1～4)の各試験体での生育状況は、CASE1,2は良好であるが、CASE4は一部、CASE3はまだらに枯れが生じた。

基盤厚50mm(CASE5～7)の各試験体での生育状況は、CASE5において緑が保たれておらず、芝が半分も残らない状態であった。CASE6では、芝の目地に沿って一部枯れが見受けられたが、全体的に繁茂しており、100mm厚の試験体と変わらない生育といえる。CASE7は、今回行った実験の試験体の中で最も芝が繁茂しており、木枠の縁からはみ出るほどの著しい生育であることが視的観測された。

4. 2 葉丈、葉幅生育測定結果

各試験体の葉丈、葉幅を50本測定した平均値をFig.1、Table 2に示す。

これより、基盤厚100mmの試験体では、葉丈はCASE3のみ若干低いものの、他はほとんど変わらず、葉幅についてCASE1のみ20mmを超えているが、他も18mm前後と、不良なものはなか

Table 1 使用材料配合比

カッコ内は土壌厚	コンポスト汚泥	上水汚泥	炭
CASE 1 (100mm)	2	2	1
CASE 2 (100mm)	2	1	2
CASE 3 (100mm)	1	1	1
CASE 4 (100mm)	1	0	1
CASE 5 (50mm)	2	2	1
CASE 6 (50mm) 1m上	2	2	1
CASE 7 (50mm) 土上	2	2	1

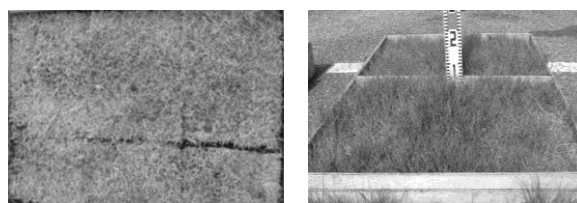


Photo 2 CASE1の芝状況
(左：施工時 右：3ヵ月後)

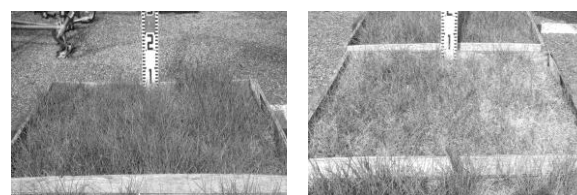


Photo 3 3ヵ月後の生育状況
(左：CASE2 右：CASE3)

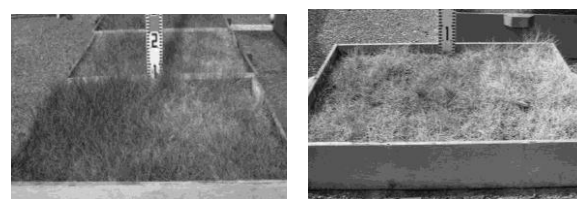


Photo 4 3ヵ月後の生育状況
(左：CASE4 右：CASE5)



Photo 5 3ヵ月後の生育状況
(左：CASE6 右：CASE7)

Table 2 各試験体の葉丈、葉幅の平均値

(mm)	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6	CASE7
葉丈	120.1	110.6	87.3	127.2	54.3	88.6	169.3
葉幅	20.7	16.5	18.4	17.9	16.1	18.4	20.7

った。

次に基盤厚50mmの試験体では、CASE5 が葉丈、葉幅とも最も小さく、生育の悪さが目立った。CASE6の葉丈は基盤厚100mmの試験体に及ばないが、葉幅は同等であり、生育に支障は出ていないものと考えられる。さらに、CASE7は、今回行った試験体の中で葉丈、葉幅ともに最も高く良好な値を得たといえる。

4. 3 植生スペクトル解析結果

Fig.2、Table 3に基盤厚100mmの試験体のスペクトル解析の結果を示す。

グラフより、可視光の緑色部分である550nm付近の形状がほぼ同じであった。また、CASE3とそれ以外でクロロフィルが吸収する可視光の680nm付近で違いが生まれた。

CASE3は680nm付近の値が高いため、クロロフィルによる吸収が他の3ケースよりも低く、よって活性度も低いと表わされている。

さらに、550nmと750nm付近との高低差は、植生密度の度合いを判断するのに用いることができ、この場合CASE3は差が大きい粗といえる。また、CASE1、2、4はクロロフィルの活性、芝の密度ともに同等と評価できる。

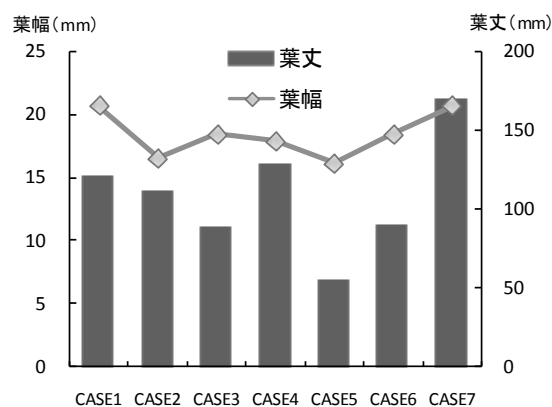


Fig.1 各試験体の葉丈、葉幅長さ

次に、基盤厚50mmの試験体について結果をFig.3、Table 4に示す。

これより、CASE5,6,7ではそれぞれ異なる波形を得た。

まず、写真や葉丈、葉幅の結果より生育が思わしくないCASE5は、550nm付近が高く、750nm付近の値は他に比べて低い反射となった。また、クロロフィルによる吸収も少なく、活性度は他よりも低く、密度は粗といえる。

CASE6,7は550nm付近でほぼ同じ形状となり、680nm付近のクロロフィルによる吸収も同等な結果となった。また、750nm付近は異なっているが、特にこれはCASE7の試験体において、秋枯れが始まったため葉が赤くなり、この波長域に高い値を示したと考えられる。

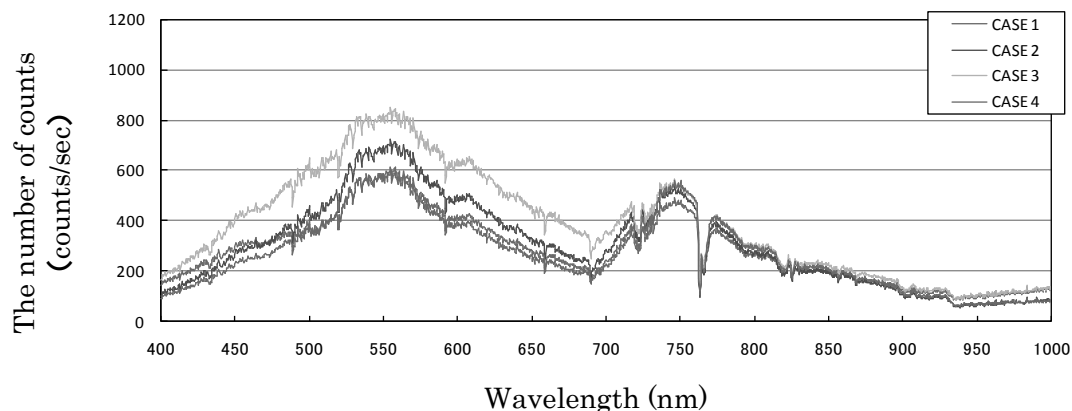


Fig.2 基盤厚100mmのスペクトル

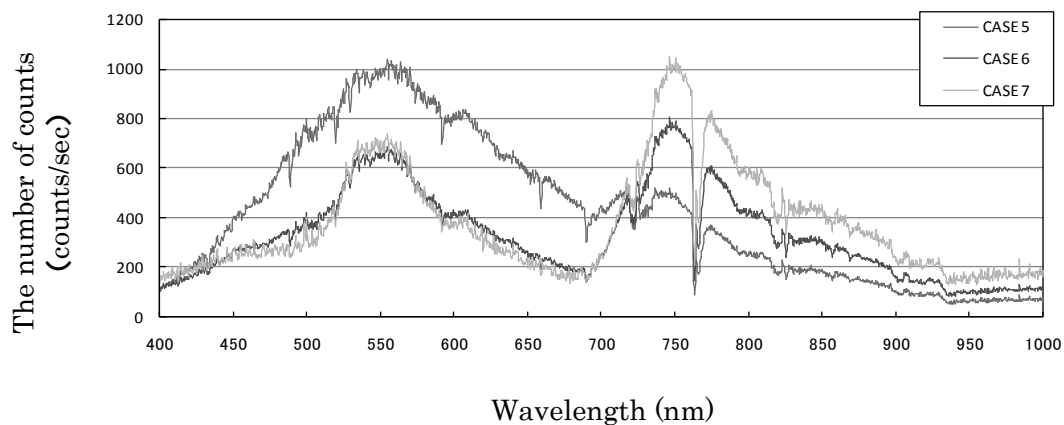


Fig.3 基盤厚50mmのスペクトル

Table.3 各試験体の波長域割合（基盤厚100mm）

色			葉緑素部分	紫	青	緑	黄	橙	赤
波長(nm)			680付近	380～430	430～490	490～550	550～590	590～640	640～770
試験体	CASE1	割合	0.038%	4.426%	9.400%	14.598%	10.955%	9.478%	21.864%
	CASE2		0.045%	3.123%	8.431%	16.119%	12.669%	11.360%	24.158%
	CASE3		0.051%	3.855%	9.829%	16.270%	12.021%	11.628%	22.658%
	CASE4		0.043%	2.984%	7.803%	14.835%	11.697%	10.479%	24.787%

Table.4 各試験体の波長域割合（基盤厚50mm）

色			葉緑素部分	紫	青	緑	黄	橙	赤
波長(nm)			680付近	380～430	430～490	490～550	550～590	590～640	640～770
試験体	CASE5	割合	0.063%	2.494%	9.556%	18.937%	14.199%	14.228%	24.094%
	CASE6		0.032%	2.884%	7.245%	13.476%	10.461%	8.608%	24.791%
	CASE7		0.025%	3.201%	5.709%	11.124%	9.073%	6.540%	24.297%

以上のことから、CASE1、2、4、6、7が高く、CASE3、5は低い数値を得たことで、クロロフィルの活性度を定量的に示すことができた。

5. まとめ

- 写真画像より、CASE3、5を除く試験体で生育が認められる結果となった。
- 基盤厚100mmのCASE3は葉丈がやや短く、50mm厚のCASE5は葉丈・葉幅ともに他の試験体と大きな差が生まれた。
- スペクトル解析結果より、CASE3、5以外において、クロロフィルの活性は正常であり、植生の生育に問題はないものとみられる。
- CASE4～7に見られた芝の生育による差は、

試験体設置場所の熱環境の違いによる影響が大きいものと考えられる。

これより、今後は現在の測定を継続し、他の植栽についても観測を行う。また、周辺外部からの熱が生育に大きな影響を与えると予測されるため、設置場所、設置方法も合わせて検討する。

謝辞

本研究は文部科学省学術フロンティア推進事業による私学助成を得て行われた。ここに記して謝意を表する。

「参考文献」

- 1) 梅干野晃, 何江, 堀口剛, 王革, 芝生葉群層の熱収支特性に関する実験研究, 日本建築学会計画系論文集, No.462, (1994), pp.31～39