

複数の廃棄物を用いた屋上緑化基盤材の経年変化による検討

日大生産工 (院)○有路 恭丈
道都大学 大沢 吉範

日大生産工 高橋 岩仁

1. まえがき

近年, 都市におけるヒートアイランド現象の緩和, 地球温暖化の対策, 美しく潤いのある空間の形成などの観点から, 全国で屋上緑化が積極的に行われている。特にヒートアイランド現象などの熱環境に対して緑化の可能面積の少ない地域では, 屋上緑化は有効な手段であると考えられる。

本研究では, このようにさまざまな効果をする屋上緑化に着目し, 資源循環社会の形成を観点に複数の廃棄物を利用した屋上緑化基盤材の検討を行った。また, 近年, 極めて高い繁殖力により地崩れや地盤沈下などの問題を引き起こしている竹資材も基盤材に使用し, 有効利用の可能性を見た。

特に今回は, 既存の報告から良好な生育が確認されている上水汚泥 (以後, 上水と記す), コンポスト化した下水汚泥 (以後, コンポストと記す) および竹炭を混合した基盤材と, 竹粉末を主材料とした基盤材の植生状態を長期にわたり比較し持続性があるかを検討した。

2. 屋上緑化基盤材の検討

2.1 使用試料および配合比

写真-1に使用試料, 表-1に今回検討した基盤材の配合比を示す。

上水は, 浄化処理過程で発生する発生土であり, 泥状のものを乾燥させ粒状化したものである。コンポストよりも有機物量が20%程度少なく, また窒素, リン酸も5分の1程度の含有であるが, 初期状態で過多の養分供給が起きず, 長期的にみると植物の生育に合わせて遅効的な養分供給ができ, 基盤材の養分の安定化が保たれる。コンポストは, 衛生面, 安全面, 肥効性などを満足させるため, 下水汚泥を約15日間70度以上で発酵させ, その後1か月半かけて半熟成させたものであり, 栄養価が非常に高く肥料として最適である。竹炭は, 竹公害により伐採された竹を原料として使用し, 炭化させたも



写真-1 使用試料

表-1 配合比

	上水	コンポスト	竹炭	竹粉末
Case1	4	4	2	—
Case2	—	5	—	5
Case3	—	—	—	10

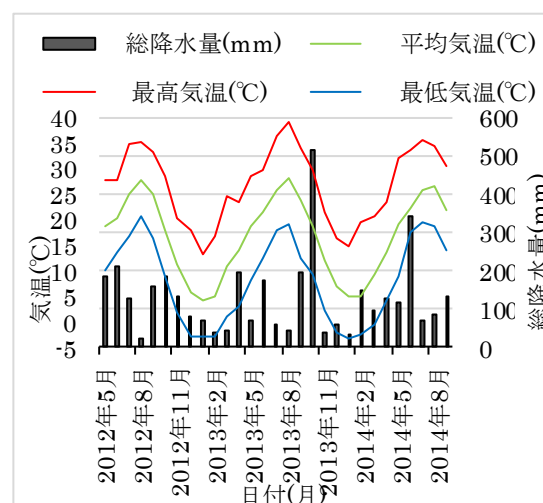


図-1 月ごとの気象状況

Examination on Basic Material for Planting
with Several Kinds of Waste Across the Age

Yasutomo ARIJI, Iwahito TAKAHASHI and Yoshinori OHSAWA

のである。植生に適した保水性、排水性に富み、土壌含水率を維持できるといえる。今回使用した竹は国内で最も代表種であるモウソウチクを使用した。竹粉末は上記の竹を炭化させずに粉末状にしたものである。竹はデンプンが多量に含まれているとともに、マグネシウム、カルシウム、鉄、マンガンなどのミネラルに富んでいる。また、竹繊維の性状は多孔質なため、保水性・保温性・保水性に優れていることや、生育を助長させる微生物を増殖させる働きがある。しかし、リグニンによる強固な繊維構造が微生物を寄せ付けないという特徴もある。そこで、粉末状に粉碎してリグニンによる包埋構造を破壊し、内部のデンプンを微生物が腐触分解しやすくした。なお、全Caseに基盤材の飛散防止、雨滴衝撃による浸食防止、さらに基盤材相互の粘着力を高めることを目的とし、こんにゃく製造時に廃棄物として排出されるトビ粉を植物性粘着材として1㎡当たり15kg混入した。

2.2 緑化方法

緑化方法は、2012年5月30日に12mm厚の木枠に100mm厚の基盤材を入れ、その上にコウライシバのソッドを張った。木枠の大きさは外径775mm×585mmとし、底部には水はけ用の孔（孔径15mm）を72個/㎡となるように設けた。さらに水はけを良好にするためにコンクリート面と木枠設置部分の間にヤシ殻マットを敷いた。

2.3 実験項目および方法

実験は各Caseの視的観測、土壌微生物の活性度測定（ATP測定）、土壌C/N比、土壌pHの測定を行った。視的観測は季節変化に伴う植生状態を定期的に観測し、生育に適した土壌基盤材を検討した。土壌微生物の活性度は、ATP（アデノシン三リン酸）量より調べた。なお、ATPとは生きた細胞の中にエネルギー源として必ず存在するものである。土壌C/N比は、炭素と窒素の比率であり、C/N比はおおむね20を境として、それより小さい（窒素が多い）と微生物による有機分解の際に窒素が放出され（無機化）、C/N比が大きいと反対に土の中の窒素が微生物に取り込まれる（有機化）といわれている。そのため、C/N比の大きな有機物を土に施すと、窒素が微生物に取り込まれ、植物の利用できる窒素が少なくなると窒素飢餓に陥る。これは、土壌中にアゾ



Case1 Case2 Case3
写真-2 施工日 (H24. 5. 30)



Case1 Case2 Case3
写真-3 施工約3ヶ月後 (24. 8. 22)



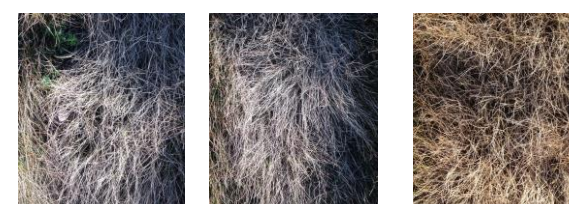
Case1 Case2 Case3
写真-4 施工約6ヶ月後 (H24. 11. 21)



Case1 Case2 Case3
写真-5 施工約12ヶ月後 (H25. 5. 21)



Case1 Case2 Case3
写真-6 施工約15ヶ月後 (H25. 8. 21)



Case1 Case2 Case3
写真-7 施工約19ヶ月後 (H25. 12. 16)



Case1 Case2 Case3
写真-8 施工約 24 ヶ月後 (H26. 5. 23)



Case1 Case2 Case3
写真-9 施工約 29 ヶ月後 (H26. 10. 15)

トバクターなどの窒素固定微生物が増えるにつれて起こりにくくなっていく。なお、全国農業協同組合連合会によると推奨基準は 10～40 である。土壌 pH は、植物を育てる上で、適切な範囲内に収まっているかを検討した。

3. 実験結果および検討

3.1 視的観察による検討

図-1 に 2012 年 5 月 1 日～2014 年 9 月 30 日の実験現場周辺の気象状況を、写真-2～9 に施工日からの植生状態を、図-2 に葉丈の経月変化を示す。なお、図-2 に示した葉丈は各 Case につき測定した平均の値である。

施工日 (写真-2) は基盤材の上にコウライシバのソッドを張った状態であり、各 Case とも植生は疎かで当然差異は見られなかった。約 3 ヶ月後 (写真-3) では、芝の生育が見られるものの、植生状態に差異が見られ、Case2, 3 の植生状態は、Case1 に比べ葉丈が低く (図-2)、これは Case2, 3 では竹粉末を用いているため、初期肥分効力が少ないことが要因と考えられる。施工 6 ヶ月後 (写真-4) では、全 Case とも一部、冬枯れといえる変色が見られた。これは、暖地型芝生であるコウライシバの適正温度が 20～35℃ であるため、この時期の外気温では満足に生育することができなかったことが要因といえる。11 月末以降はさらに冬枯れによる変色が進み、12 月から 4 月は全面枯れ葉色となった。しかし、施工約 12 ヶ月後 (写真-5) になると、気温が上昇し、緑色が徐々に回復した。施工約 15 ヶ月後 (写真-6) には全 Case とも全面的に植生が回復し、施工約 19 ヶ月後 (写真-7) には、施工してから 2 度目の冬枯れを迎えた。その後、

気温が上昇してきた施工約 24 ヶ月後 (写真-8) では再び緑色が回復し施工約 29 ヶ月後 (写真-9) まで緑色を保っている。葉丈は全 Case とも施工日より伸び、特に、Case1 は顕著な伸びが見られた。しかし、葉全体に養分供給するためには多量の N (窒素) が消費され、また草刈りのメンテナンスが求められる可能性も考えられる。Case2, 3 に関しても、昨年よりも葉丈の伸びが観察された。これは、竹粉末に含まれる有機物が微生物によって分解され、養分供給が 1 年を経て安定したことが要因と考えられる。また、伸びが小さいことから、草刈りなどのメンテナンスも容易になるといえる。

以上の結果から、竹粉末を基盤材に用いたことにより、遅効的な養分供給が行われ、施工から 3 年目までの観測ではあるが、追肥も必要なく、緑化基盤材として有用である可能性を見出した。

3.2 ATP 重量に関する検討

図-3 に各 Case の ATP 量の経月変化を示す。結果から、Case1 と Case2, 3 で大きく相違が見られた。まず、Case1 に関しては常に低い値で増減を繰り返した。これは、コンポストは既に堆肥化しており、また上水、竹炭は微生物のエサとなる有機物が少ないことが要因と考えられる。これに対し、竹粉末が混入されている Case2, 3 は、高い値で増減を繰り返しながら推移した。これは、竹粉末に含有されている有機物をエサとし、微生物が分解・増殖を繰り返したためであるといえる。しかし、施工開始から約 1 年以上経つと、Case2, 3 も低い値で推移し始めた。これは、微生物が竹粉末内の有機物を分解・増殖し尽くしたとも推測されるが、植生状態、また後述する C/N 比の結果からも有機物の消失は考えにくい。このことから、単に微生物量と有機物量の関係が安定したものと考えられる。

3.3 土壌 pH 値測定による検討

図-4 に基盤材の土壌 pH の経月変化を示す。結果より、各 Case とも 6.0～7.4 の範囲で高低を繰り返した。これは降雨などの気象条件、および微生物による有機物の分解作用によるものと考えられる。なお、コウライシバの至適土壌 pH は 4.5～7.5 であるため、各 Case においても問題ないといえる。

3.4 C/N 比に関する検討

表-2 に各 Case の C/N 比の経月変化を示す。

結果より、先ず施工時の値を見ると Case3 が 80 を越えており著しく高い。これは、Case3 は竹粉末のみで構成されているため、炭素繊維が多く、また、初期肥分が少ないことが要因と考えられる。それに対し、Case1, 2 は肥分が高いコンポストを用いているため 30 前後であった。その後、Case3 は微生物による有機物の分解により N 値が上昇し、C/N 比は大きく低下し理想とされる 20 以下となった。しかし、C/N 比は 20 以下の数値が理想とされ、このことから Case1, 2 が良好であるといえる。特に、Case2 はここには示していないが、施工時に比べ、微生物の作用といえる N 値の上昇が見られた。これに対し、Case1 は徐々にではあるが N 値が減少した。

以上のことから、Case2 が長期的な植生をする上で最も良好であると考えられる。

4. まとめ

本研究は、緑化基盤材に廃棄物、竹を利用し長期に渡り検討し、以下の知見を得た。

- 1) 竹粉末を基盤材に用いても、遅効的な養分供給が行われ、施工から 2 年目までの観測ではあるが、追肥も必要なく、緑化基盤材として有用である可能性を見出した。
- 2) 竹粉末を配合した基盤材は、微生物が竹粉末に含まれる有機物をエサとして分解・増殖を繰り返しながら増殖した。これにより、遅行的養分供給が行われているといえる。
- 3) C/N 比から Case1, 2 が植生には良好な状態であるといえる。また、Case2, 3 は N 値が上昇もみられた。

以上の結果から、竹粉を用いることでも緑化基盤材は有効であると考えられ、特に、Case2 が最も良好であると考えられる。

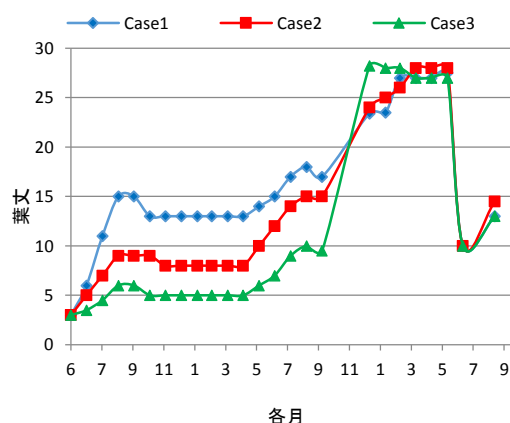


図-2 葉文の経月変化

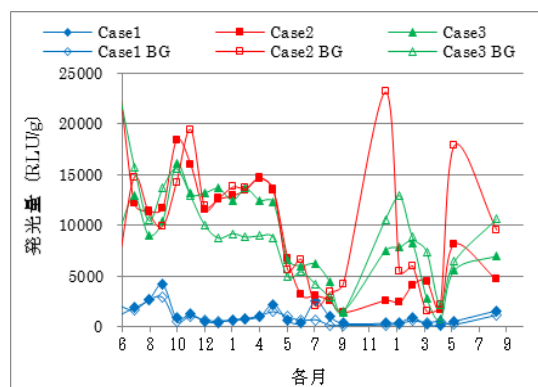


図-3 ATP量の経月変化

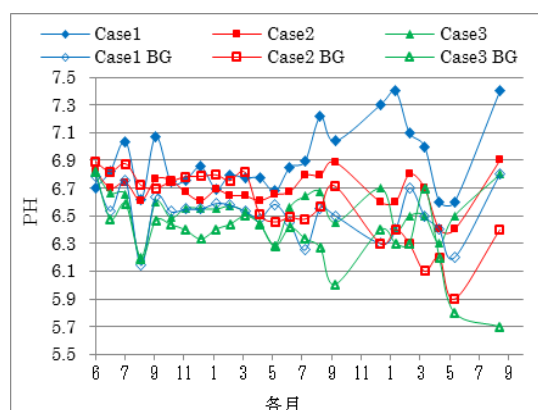


図-4 pHの経月変化

平成24.5.1(施工日)			
	C	N	C/N
Case1	30.9	1.1	28.1
Case2	39.3	1.3	30.2
Case3	47.0	0.5	85.0
平成24.8.1(3力月後)			
	C	N	C/N
Case1	15.6	1.1	14.2
Case2	35.5	2.7	13.2
Case3	45.9	1.0	45.9
平成24.10.31(6力月後)			
	C	N	C/N
Case1	15.4	1.0	14.3
Case2	31.3	2.4	12.9
Case3	41.3	1.1	35.6
平成25.2.1(9力月後)			
	C	N	C/N
Case1	17.2	1.0	16.4
Case2	32.3	1.9	16.7
Case3	39.4	0.9	40.8
平成25.11.1(18力月後)			
	C	N	C/N
Case1	15.9	0.9	16.0
Case2	29.6	2.4	11.9
Case3	35.6	1.5	23.1
平成25.9.29(28力月後)			
	C	N	C/N
Case1	22.9	1.4	16.2
Case2	31.4	2.6	11.9
Case3	33.1	1.7	18.5

表-2 C/N比の経月変化