

炭化汚泥の人工土壌としての有効利用に関する研究

群馬大学工学部 正会員 曹 慶鎮, 群馬大学工学部 非会員 須藤 雅也
群馬大学工学部 正会員 渡邊 智秀, 群馬大学工学部 正会員 黒田 正和

1. 目的

大量消費、廃棄型社会から持続的な発展が可能な資源循環型社会を構築することが必要となり、下水道の普及が進むにつれてその量は増加し、処分について各自治体においては難しい対応を迫られている。最終処分されてきた廃棄物の有効利用法や用途の拡大が一つの重要な課題となっている。筆者らは炭化下水汚泥と廃石膏ボード、廃外壁材を対象とし、これらの再資源化による建設用資材やその他の部材へ利用することの可能性について実験的に検討し、軽量化と透水性を大きくすることができ、用途に応じ炭化汚泥を最適な置換率で使用することで建設資材として適用可能であった。

さらに、地球温暖化や都市域のヒートアイランド現象の対策として、東京都は自然保護条例を改正し、2001年4月以降に建築、増改築される敷地面積1000m²以上(公共施設の場合は250m²以上)の施設は、屋上面積の2割以上を緑化しなければならない。加えて、建物以外に地面も2割以上の緑化が義務付けられた。屋上緑化により、CO₂吸収源、断熱材としての気温低減による節電効果、生態系維持空間、大気浄化、景観の向上等がある。しかし、炭化汚泥の人工土壌としての研究例はほとんどない。したがって、本研究では、炭化汚泥の人工土壌としての有効利用を目的として、植物栽培試験における粒径の影響および熱的環境改善効果について検討した。また、炭化汚泥含有重金属の挙動についても検討した。

2. 実験方法

炭化汚泥は、下水汚泥を400℃で炭化処理されたもので、試料の粒度分布、密度および吸水率を測定するとともに、元素分析を行った。粒径別に0.5~1.0、1~1.7、1.7~2.38mmのふるい分けを行った。植物は生育が早く、耐寒性、耐暑性があり、またサビ病にも強く再生力旺盛な西洋芝(ケンタッキー・ブルー・グラス)、年間を通して作り易く、種まき後夏の高温期で20日、春秋まで30日ぐらいで収穫できる小松菜および厚肉で乾燥に強い粗放型緑化に適しているセダム類(コーラルカーペット、メキシコマンネングサ、モリムランマンネングサ、サカサマンネングサ、セダムラスター)を用いた。

炭化汚泥の充填方法は上記の粒径、をういて、(a)のみ、(b) : = 70 : 30、(c) : = 50 : 50、(d)のみの四つの方法で多孔質ポリウレタンシートに詰め、マットを作成し、プランターに入れ西洋芝の栽培を行った。このシートは二枚を用い、下部の一枚は2.38mm以上の炭化汚泥を充填して上部の炭化汚泥が落ちないようにした。また、スラブ上に断熱材(厚さ50mm)を敷き、気温、芝の上、ポリウレタンシートの下、断熱材の表面及び建物屋上のスラブ表面の5点で自動連続に温度測定(RTR-52、TANDD Co.)した。

また、炭化汚泥、土、培養土の3種類の土壌を用いて、小松菜を栽培して成長の違いを検討するとともに、重金属の挙動について調べた。炭化汚泥および植物(小松菜)中の重金属(Zn、Cd、Cu)は過塩素酸分解法にしたがって前処理し、0.2μmろ紙を用いてろ過し、分析(原子吸光分光光度計、AA-6400、SHIMADZU)に用いた。

3. 結果及び考察

炭化汚泥粒径による影響について西洋芝の22日経過後を写真1に示す。粒径0.5~1.0mmのみの(a)を除いて、伸長には大きな差は見られなく、粒径(b)がより密に伸長し、この充填方法を用いて本実験を行った。

キーワード 炭化汚泥, 人工土壌, 断熱効果, 有効利用, 西洋芝, 小松菜

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1 群馬大学工学部 TEL 0277-30-1632

図1に夏季における気温、芝の上、ポリウレタンシートの下、断熱材の表面及び建物屋上のスラブ表面の温度変化(2003年8月23日)を示す。気温と芝上の温度を比較すると、植栽マットの上の温度のほうが低く芝の蒸散によると考えられる。植栽マットの断熱効果は植栽マット下、断熱材表面、屋上スラブ表面の3点について温度を比較してみると、屋上スラブ表面、断熱材表面の温度より植栽マット下の温度が低かった。これは、植栽マットの設置による断熱効果があると考えられる。図2に炭化汚泥、土、培養土における小松菜の長さの変化を示す。よりよく成長したのは土の場合で、次に炭化汚泥となっている。土壌を炭化汚泥に変えることで小松菜の成長がよくなったとは言えないが、炭化汚泥でも十分に成長が認められるので炭化汚泥が人工土壌として有効利用できると考えられる。また、炭化汚泥、土、培養土における重金属含有量は、それぞれZn 1.14、0.70、0.43mg/g、Cd 1.30、1.23、 1.33×10^{-3} mg/g、Cu 2.30、3.94、 1.71×10^{-2} mg/gであった。土壌の違いによる小松菜の重金属量を比較すると、Znのみ炭化汚泥の吸収量が多かった。植物の栽培に使用されている土や培養土で育てた小松菜の重金属含有量と炭化汚泥で育てた小松菜の重金属含有量の大きな差は見られなかった。したがって、炭化汚泥からの重金属溶出は小さく、人工土壌として用いることが可能であると考えられる。

4. 結論

炭化汚泥を人工土壌として、植物(西洋芝、小松菜)は成長し、土、培養土と植物(小松菜)の成長の比較をすると炭化汚泥を人工土壌として用いることが可能であると考えられる。

マットの設置により晴れの日では、屋上の床、断熱材の上の温度よりマットの温度のほうが低かった。気温と西洋芝の上の温度では、芝の蒸散により西洋芝の上のほうが低かった。これらによりマット設置による断熱効果が認められた。また、土壌の違いによる小松菜の重金属吸収量は他の土壌の場合と比べても大きな差があるとはいえなかった。従って炭化汚泥からの重金属溶出は小さく、人工土壌として用いることが可能であると考えられる。

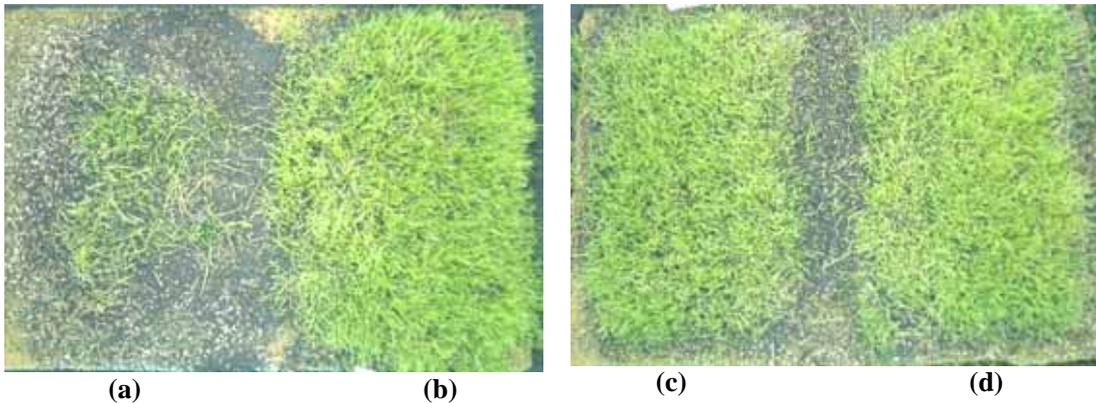


写真1 炭化汚泥粒径による影響(22日経過後)

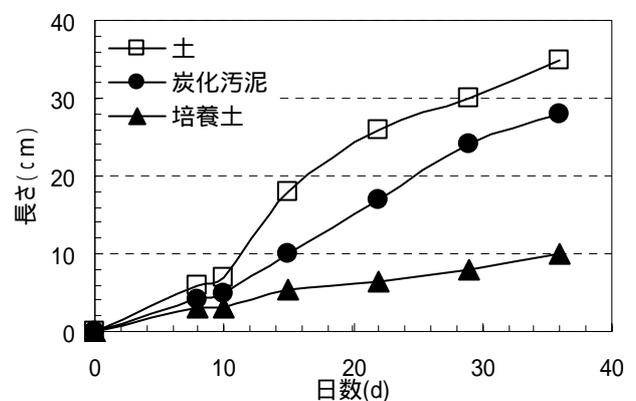
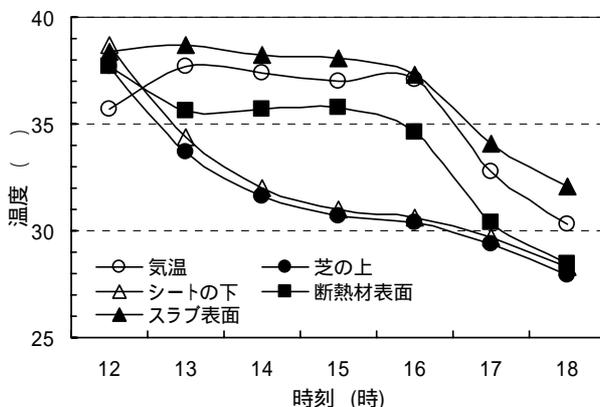


図1 夏季における気温、芝の上、ポリウレタンシートの下、断熱材の表面及び建物屋上のスラブ表面の温度変化(2003年8月23日)

図2 炭化汚泥、土、培養土における小松菜の長さの変化