

マサ土を基本材料とした土壤脱臭

大林組技術研究所	正会員	石川洋二
同上	正会員	杉本英夫
同上		溝田陽子
同上	正会員	辻 博和

1. まえがき

土壤脱臭とは、土壤中の微生物および化学的作用により臭気成分を吸収除去するシステムであり、生物脱臭法の一種である。脱臭土壤として、通常、黒ぼく土やあるいはパーライト等の特殊土壤が基本材料として用いられるが、黒ぼく土が容易に入手できない地方では、安価に利用できるマサ土を基本材料として活用した脱臭土壤を開発する必要がある。

今回、まず、脱臭土壤の持つべき物理化学的および生物学的な性質を検討した。そのうえで、マサ土およびその改良土壤について室内実験を行い、脱臭土壤としての性質を充たすようなマサ土を基本材料とする脱臭土壤を開発した。最後に、その脱臭土壤を実際の土壤脱臭装置に適用した事例を紹介する。

2. マサ土を活用した脱臭土壤の設計指針

(1) 脱臭土壤の持つべき性質

一般的に、土壤脱臭で用いられる土壤の持つべき性質として、

- a. 通気性・透水性がよい。締め固まらない。
- b. 微生物の住みやすい環境である。

これを定量的に示したものを表1に示す。

(2) マサ土の特徴とその改良項目

マサ土は、養分をほとんど含まず、保肥性も低いので、腐植や団粒に富む畑土にはなりにくい貧栄養の土である。一方、pHは中性域にあり、透水・通気性はよい。

したがって、マサ土の長所を生かしつつ、以下の項目で改良を行えばよい。

- a. 微生物の栄養分の添加
- b. 微生物の種菌の追加
- c. 微生物馴養までの期間臭気を吸収する資材の添加
- d. pH緩衝能の付加
- e. 微生物棲息間隙の確保
- f. 通気性・透水性の維持
- g. 微生物に利用できる水分量の確保

3. 脱臭に適したマサ土改良土壤の構成

(1) マサ土の改良材

a. 微生物の栄養分 栄養分の多様性を考え数種類の異なる材料を加えるとする。2%以上の腐植量を得るために、バーク堆肥、鶏糞堆肥、畑土を相当量添加する。

b. 微生物の種菌 通常の畑土では、乾土1gあたり約 10^2 CFUの微生物が存在する。堆肥、畑土を上記の混合比混入することにより 10^6 CFU/(g・乾土)の微生物が初期に供給できる。

c. pH緩衝能 ゼオライト、堆肥の添加によりCECが増加し、pHが調整される。

d. 微生物棲息間隙 0.001mm以上の間隙の体積を増加すれば良い。また、あまり大きな間隙径は除くとすると、これはpF1からpF3.5の間隙率を増加することに相当する。各種マサ土混合土壤のpF-水分曲線を調べた結果によれば、マサ土とインソライト(10%)の混合土では、マサ土の曲線に比べ、pF1からpF3.2までの領域で体積含水率を押し上げている。また、マサ土と堆肥(17%)の混合土においても同様の傾向が見られる。マ

表1. 各種土壌の物性値

	脱臭土壌目標値	マサ土	改良マサ土	施工例	
				既存の脱臭土壌	改良マサ土土壌
固相率 (%) (全容積に対する固相容積の百分率)	<50	58	45	47~58	45~48
気相率 (%) (全容積に対する気相容積の百分率)	20~30	55	40	3~20	32~41
含水比 (%) (乾燥土質量に対する含水量の百分率)	7~20 (砂質土) (50~60 黒ぼく土)	2.27	12.7	25~30	12~17
透水係数 (cm/sec)	$>10^{-4}$	$>10^{-2}$	$>10^{-2}$	$2 \times 10^{-2} \sim 3 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-2} \sim 3 \times 10^{-2}$
微生物の有効水分 (%) (pF2の体積含水率)	15~30	3.5	15.1	33~39	14~20
微生物数 (cfu/g 乾土)	$\approx 10^7$	5×10^3	—	—	$6 \times 10^6 \sim 9 \times 10^6$
微生物の生息可能な空間 (%) (pF1~pF3.2の空気率)	—	10	18	6~8 (pF1~pF3)	9~13 (pF1~pF3)
pH	中性域	7.8	7.9	5.8~6.7	8.1~8.6
腐植 (%)	>2 (砂質土) (>5 黒ぼく土)	0	2	0~1	1~2

サ土にインソライト等の細かい空隙を含む材料を添加することにより、全体の空気率が増加するとともに、pF3.2以上の微生物の大きさに等しい間隙も増加することが期待できる。

e. 通気性・透水性 マサ土とパーライト (20%) の混合土の pF 水分曲線において、マサ土のみに比べ、0.03mm 以上の体積は増加しないが、0.3mm 以上の体積は増加することがわかった。このため、パーライトの添加による比較的粗い間隙径の空気率が増加することが期待できる。

f. 微生物に利用される水分量 自然状態での土壌中の水分 (毛管水および吸湿水) はすべて利用できる。すると、自然状態 (pF2) での体積含水率を増やせばよい。インソライト、堆肥等の細かい空隙を含む材料を添加することによりこの条件は達成できる。

(2) マサ土改良土壌の性質

以上の考察に基づき、かつ、コストを考慮し、インソライト、パーライト、堆肥等を含むマサ土の改良土壌構成を決定した。この改良土壌について測定した性質を表1に示す。

固相率、含水比、有効水分、腐植において、改良土壌は目標値を達成することになった。気相率、透水係数は、マサ土の良好な性質を保持している。このことから、改良土壌においては、マサ土の持つ通気性を保持しつつ、微生物が利用できる水分・栄養分・間隙を加えることができたといえる。

4. 土壌脱臭装置改造工事に適用した事例

開発した脱臭土壌を土壌脱臭装置改造工事に適用した。施工前後の土壌の物理的・化学的性質を調査し、施工後の臭気成分の分析を行った。改造した装置の表面積は約700m²であり、敷設した脱臭土壌の厚さは30cmである。

施工前の土壌では、表層で透水係数は 3×10^{-6} cm/sec を示し、土は緻密になっており、気相率が低かった。

施工後の土壌では、マサ土系の土壌として、固相率が低く、かつ気相率が高くなっている。透水性・通気性は維持しており、また含水比・微生物の有効成分ともに、目標値の範囲内に収まっている。pHは弱アルカリ性を示しているが、今後、臭気成分が微生物により酸化されていくことによりpHは低下していくと思われる。微生物数も馴養とともに今後増加していくと考えられる。

施工後の脱臭効果を調べるために、装置入口と出口の臭気分析を行った。施工終了後約1カ月経過した時点において、装置出口での臭気成分は、検出限界以下だった。臭気濃度は、100分の1に落ちている。施工後5カ月での測定において、アンモニアの出口臭気が若干見られる。気温が低いため微生物の活性が下がったことが考えられる。これ以外での臭気成分の濃度は出口において検出限界以下である。また、臭気濃度も100分の1以下となっている。

参考文献

- 1) 下水道事業団：土壌脱臭装置仕様書。
- 2) 石川、杉本、溝田、辻：「マサ土を活用した土壌脱臭」、大林組技術研究所報、No.52、1996。