

粘性土と有機物の混合土の発酵処理による理化学性

The Character of Mixture of Clay Soil and Organic Materials after Fermentation

○杉本 英夫*
Hideo Sugimoto

森田 晃司**
Koji Morita

1. はじめに

大規模な建設工事で発生する粘性土など微細な粒子を含む副産物は、そのまま利用すると植物の生育に適さない場合もある。副産物を緑農地に使う場合には、植物の生育に適した物理的・化学的性状を有する資材への加工が望まれる。植物の生産性が高い土には、水持ちが良く、水はけがよい構造を持つ肥沃な森林の表層土がある。

筆者らは、森林の表層で落葉枝などの有機物が生分解を繰り返していることに着目し、団粒構造に富む土壌の製造には、堆肥づくりの技術が利用できると考えた。ここでは、新開発の発酵処理（以下 処理）による土壌改良技術¹⁾の効果を評価するため、粘性土と有機物の混合土を使用した例について、理化学性を調べた結果を述べる。

2. 方法

2.1 試料の概要

試料は、ダム骨材プラントの濁水処理で発生した脱水ケーキ、および伐採材（根株を含む）のチップを混合したものに、処理では発酵促進材を添加した。試験体の条件を図-1と表-1に示す。処理は3ヶ月間で、好氣的発酵を促すエアレーションは地中埋設の配管から1日8時間、切り返しは1回行った。

処理期間中に、試料体内の温度およびpHを自記計測した。温度はCC熱電対、pHは埋設式（形式DIK-695A大起理化工業製）を用いた。室内試験用土は、試験体の解体時2004年5月に採取した。試験体の中心部の土壌断面を作り、天端から深さ20~30cmのものを密閉ビニル袋に入れて、室内試験を行うまで冷暗所で保存した。

2.2 室内試験

(1) 物理性 含水比（未風乾と風乾状態）、粒度分布、真比重、水分特性曲線を測定した。

土性（国際法）は、粒度分布で得られた粒径2mm以下の値を使い、判定した。水分特性曲線は、風乾試料を100mL円筒サンプラーに詰める際、締める条件を5回タッピングとした。攪乱した風乾試料を用いたのは、処理前の状態と比較するためである。保水性を示す有効水分の範囲は、pF1.5~2.7とした。

(2) 化学性 pH (H₂O と KCL)、電気伝導率、陽イオン交換容量 (CEC)、交換性陽イオン (Ca, Mg, K)、リン酸吸収係数、有効態リン酸、可給態リン酸、全窒素、全炭素、可溶性アルミニウムを測定した。C/Nは、全炭素と全窒素から求めた。

表-1 試験体の条件

Table 1 A examination condition

試料	混合割合(重量比) 脱水ケーキ:チップ	エアレーション	備考
ケース1	9:1	有り	発酵処理の期間 2004年2月~5月 場所:九州・佐賀県
ケース2	9:1	無し	
ケース3	7:3	有り	
ケース4	7:3	無し	

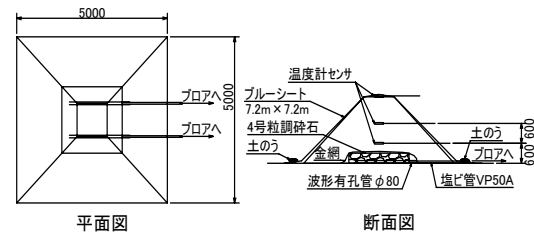


図-1 試験体

Fig. 1 A examination site

表-2 項目と方法

Fig. 1 Analysis items

項目	方法
含水比	105° 炉乾燥
粒度分布	JIS A1204 比重計法 (分散剤:ヘキサメタリン酸ソーダ) 2mm以上ふるい分け
真比重	JIS A1202 (ピクノメーター)
水分特性曲線 (最大用水量~0.1kPa)	ヒルガード法、吸引法、加圧板法
pH (H ₂ O)	土:溶液=1:2.5 水浸出液 - ガラス電極
pH (KCL)	土:溶液=1:2.5 1N塩化カリウム浸出液 - ガラス電極
EC (電気伝導度)	土:溶液=1:5 水浸出液 - 白金電極
CEC (陽イオン交換容量)	1M酢酸アンモニウム浸出 - 比色法
交換性陽イオン (カルシウム、マグネシウム、カリウム)	1M酢酸アンモニウム浸出 - 原子吸光法
全窒素	CNコーダー法
全炭素	CNコーダー法
有機物含有量	全炭素に1.723を乗じた値
リン酸吸収係数	リン酸緩衝液(リン酸アンモニウム)法
有効態リン酸(トルオーグ)	トルオーグ法(0.002N硫酸)
可給態リン酸(2.5%酢酸)	2.5%酢酸法
可溶性アルミニウム	酢酸ナトリウム液浸出 - 原子吸光法

(株) 大林組技術研究所環境技術研究部* Obayashi Corporation Technical Research Institute Environmental Engineering Department, (株) 大林組生産技術本部基盤技術部** Obayashi Corporation Civil Engineering Technology Division, 物理化学的性質, 発酵, 粘性土, 有機物, 土壌改良

3. 測定・試験結果

3.1 処理の状態

ケース1は、処理開始1週間で50℃まで上昇したが、最高温度は約60℃に留まった。ケース3は、土壌温度が処理開始1週間で70℃まで上昇し、65℃以上の状態が2週間連続した。一方、ケース4は、処理期間中、最高温度が約40℃に留まり、切り返しを行っても温度が上昇しなかった。これより、発酵時の温度は、エアレーションの影響が有機物量より大きいことが分かった。

図-2にpHの経時変化を示す。ケース3は、処理開始後1週間でpHが上昇し始め、2週間でpH7.5以上、3週間でpH8前後を示した。また、エアレーション中にpHが上昇し、それを止めるとpHが低下するという、変動を繰り返した。一方、ケース4は、処理を開始後pHが下がり続けたので、1週間後に切り返しを行った。その後、pHが上昇し始め、3週間で少し過ぎてからpH7以上を示した。切り返し後、pHは一時的に低下するが再び上昇する。これより、エアレーションは、切り返しと同様に、好氣的発酵に必要な酸素不足の解消に役立つことが分かった。

3.2 室内試験

(1) 物理性 図-3に粒度分布を示す。脱水ケーキの土性はシルト質植土(SiL)、チップは壤質砂土(LS)を示した。ケース3とケース4の土性は、処理の前後で変化が無く、植壤土(CL)を示した。ケース3とケース4は真比重2.6で、ケース1とケース2よりやや低い。これより、脱水ケーキに有機物を混ぜた場合、0.074mm以下が増え、真比重が低下する。しかし、処理による土性への影響は小さいことが分かった。

図-4に水分特性曲線を示す。処理後のケース3とケース4は、ほぼ同じ曲線を示した。有効水分は、処理前の0.13m³/m³に比べて、処理後は0.29 m³/m³と大幅に増えた。この水分率は、森林表土の有効水分²⁾に相当する。また、粗間隙に相当する低pF域は、ケース3がケース2より多い。これより、有機物の混合で細粒子は増えるが、粗間隙も増え、さらに処理の効果で団粒構造が発達することが分かった。

(2) 化学性 表-3に化学性の一覧を示す。処理後のケース3は、C/Nは21、CECは24 cmol/kgで、土壌化が進んだ森林表土の値²⁾に相当する。処理前に比べ有機物量は低下して、可給態リン酸が増えている。これより、処理の効果で肥沃性が高まることが分かった。

4. まとめ

脱水ケーキとチップの混合土は、処理により、植物生育に適する特性を持つことが分かった。無機質な土に有機物を混ぜて発酵を進める場合、エアレーションは有効であることを確認した。今後は、建設副産物の有効利用が進むように、研究成果を生かしていきたい。

参考文献：

- 1) 杉本, 森田, 椎葉：伐採材・脱水ケーキのリサイクルによる新しい緑化技術, 電力土木 vol11, No.320, pp90~94, 2003
- 2) 杉本, 喜田, 寺井, 北村, 川嶋：建設発生土の緑化利用に関する研究(2), 大林組技術研究所報 No.50, pp95~100, 1994

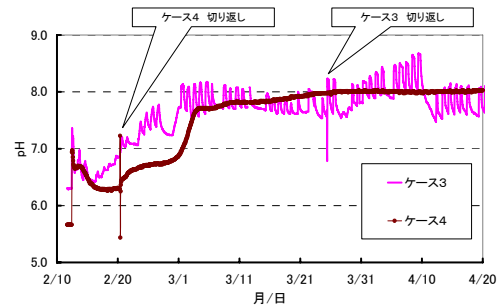


図-2 処理中のpHの経時変化
Fig.2 pH of mixed soil in fermentation

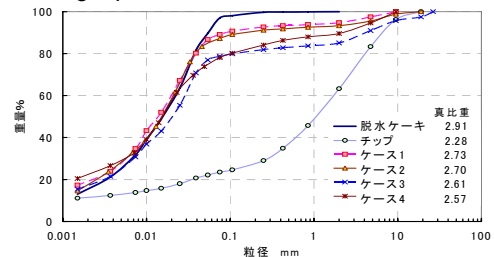


図-3 粒度分布 (処理後)
Fig.3 A grading curve after fermentation

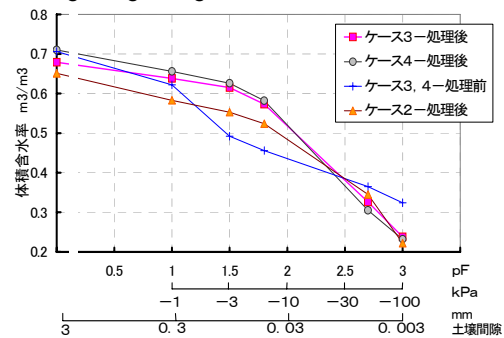


図-4 水分特性曲線
Fig.4 A soil water retention curve after fermentation

表-3 理化学性

Fig.2 A result of physical & chemical analysis

項目		発酵前			発酵後	
		脱水ケーキ	チップ	ケース3, 4	ケース3	ケース4
自然含水比	%	28	119	71	45	50
Liキ含有率	%	0	37	9	15	10
土性(2mm)	-	SiL	LS	CL	CL	CL
pH(H ₂ O)	-	8.3	7.6	7.6	8.2	8.0
pH(KCL)	-	7.4	6.8	7.0	7.2	7.2
EC(電気伝導度)	dS/m	0.02	0.02	0.04	0.23	0.35
CEC	cmol/kg	15	36	24	24	24
交換性陽イオン	Ca	17	20	22	18	18
	Mg	6	5	9	10	11
	K	0	3	4	3	3
全窒素	%	0.0	0.5	0.3	0.3	0.3
全炭素	%	0	29	11	6	6
C/N	-	21	60	31	21	22
有機物含有量	%	0	49	18	11	11
リノ酸吸収係数		7,200	7,400	8,500	8,300	8,600
有効態リン酸	mg/kg	360	360	400	730	610
可給態リン酸		1,350	450	720	1,010	1,970
可溶性アルミニウム		975	370	613	225	622