

II-452 土壤微生物による軟弱性泥土改良剤の生分解性

鴻池組技術研究所 正員 吉田清司
 大阪市立環境科学研究所 森下日出旗

1. はじめに

最近、石灰系及びセメント系固化材に替わる中性の軟弱性泥土改良剤が開発され、現場適用例も報告されている。¹⁾これらの改良剤は固化材が無機質なのに対し、いずれも水溶性の有機高分子物質が主成分として用いられている。このため利用後の改良剤が水系に流出した場合、有機質汚濁負荷の増加となり、水質汚濁の原因物質になることも考えられる。したがって、利用後の改良剤は土壤中において速やかに分解されることが望ましい。本研究では土壤微生物による軟弱性泥土改良剤の生分解性について検討した。

2. 実験

2-1 材料

2-1-1 改良剤 改良剤は表-1に示す4種類（A, B, C, D）を用いた。これらの成分組成は公表されていないが、改良効果成分とみられるのはいずれも水溶性有機高分子物質である。改良剤は種類によって有機物含有量が異なるので水溶液濃度は有機物濃度で示した。

2-1-2 分解菌 改良剤を分解する細菌は改良剤が掘削泥土に添加されて用いられるので、掘削土中に存在する土壤細菌を用いることとした。掘削土は立坑掘削土及びシールド掘削土を用いた。立坑掘削土は-30cm, -11m, -28mの深さのいずれも褐色砂混じりシルトを、シールド掘削土は-20mの灰色砂混じりシルトをそれぞれ目開き2mmのフルイでふるい、通過したものをを用いた。

2-1-3 培地 培地は天然培地（BYP培地）及び合成培地、土壤抽出液培地を用いた。BYP培地は BEEF EXTRACT 3.0 g, YEAST EXTRACT 3.0 g, POLYPEPTONE 10.0 g, を蒸留水（D.W.）1 ℓに溶解しオートクレーブ処理した。固体培地は15.0 g / ℓの寒天末を添加した。合成培地は K_2HPO_4 3.0 g, KH_2PO_4 0.3 g, $(NH_4)_2SO_4$ 1.0 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 g

表-1 改良剤の物性

改良剤	含水率 (%)	強熱減量 (%)	備考
A	8.61	98.21	天然物 粉末
B	5.89	50.38	水溶性高分子 (多糖類)
C	8.54	41.64	天然系水溶性高分子
D	6.77	24.52	水溶性特殊ポリマー

$NaCl$ 0.1 g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.02 g, 炭素源 (改良剤) 2.0 g を D.W. 1 ℓ に溶解した。土壤抽出液培地は土壤 1 g に D.W. を 20 ml の割合で添加し、1 夜間攪拌した後、5000 r.p.m で遠心した上清に改良剤を 2 g / ℓ 添加した。

2-2 実験方法

2-2-1 生分解性の評価 改良剤を唯一の炭素源とした液体培地を調製し、土壤 1 g と滅菌水 3 ml とを攪拌混合した後、その上清を培地に 1 / 100 量接種した。培養は好気的条件下で行い 30℃ で振盪培養した。この場合、分解菌が改良剤を基質として分解資化し、増殖する際にみられる濁度の変化を O.D. (OPTICAL DENSITY) として計測すると共に、高分子が分解され低分子状になると粘性 (η) の低下が起こるので培地の η を測定した。 η は水の粘度を 1.0 とする相対粘度で示し、 η の減少率は $(\eta_0 - \eta_t) / (\eta_0 - 1)$ (η_0 : 初期 η , η_t : 減少値) で示した。また、細菌が改良剤を分解し、菌体の一部として摂取すると培地中の有機炭素量 (TOC) が減少するので TOC を測定した。

表-2 改良剤の BOD, COD, TOC

改良剤	BOD	COD	TOC
A	300	543	321
B	449	633	320
C	504	599	397
D	612	333	435

2-2-2 細菌数 掘削土中の細菌数は滅菌水で希 水溶性有機物濃度 0.12%, 単位 ppm

積した土壤懸濁液を1/1, 1/10, 1/100BYP培地にプレートし, 30°Cで72時間培養した後, 培地に生育したコロニーの数から求めた。

3. 結果および考察

3-1 改良剤のBOD, COD, TOC 改良剤の0.12%水溶液のBOD, COD, TOCを測定した結果は表-2に示すとおりである。A及びB, CのBODはDと比べ著しく高く, 生分解を受けやすい物質であると考えられた。

3-2 掘削土中の細菌数 改良剤が生分解されるためには, 土壤中に分解菌の存在することが必要である。掘削土中の細菌数を測定した結果は図-1に示すとおりである。図中には深さ毎の菌数を示したが, 深層になるに従って菌数の減少が見られ, 表層から-2.8mの土中には $10^4 \sim 10^6$ Cells/gの菌数が計測された。また, 培地の栄養濃度を変化させてみると, 1/100 BYP培地に生育した貧栄養要求性の細菌が多く計測された。シールド掘削土中の菌数は1/10BYP培地において 2.5×10^5 Cells/gであった。

3-3 合成培地における生分解性 改良剤を炭素源とする液体合成培地に各掘削土から得られた細菌懸濁液上清を, 1/100量接種して振盪培養し, 経時的にO.D.及び η の測定を行った。立坑掘削土を細菌起源とした場合の各合成培地における9日間培養のO.D.値はすべての培地で0.070以下で, また, η の低下もほとんど認められなかった。掘削土中の細菌数は $10^4 \sim 10^6$ Cells/g存在するにも拘らず, 供試改良剤すべてに対し分解活性のある細菌は認められない結果になった。一方, シールド掘削土を細菌起源とした場合のO.D.は図-2に示すように, 培養時間とともに増加した。また, A及びBの9日後の η は初期 η , $A=4.6$, $B=5.1$ が水と同様の1.0を示し, 高分子の低分子化が行われ, 微生物による分解を受けたものと考えられる。CはBOD試験の結果から, 生分解性が大きいものと思われたが, 本掘削土による細菌群ではA及びBに比べ良い分解性を示さなかった。Dについては微生物分解がほとんど認められない結果となった。

3-4 土壤抽出液培地における生分解性 改良剤の自然環境中における微生物分解性を土壤抽出液培地を用い, 3-3と同様の方法によって検討した。結果を表-3に示したが, 培養9日後のO.D.及び η は3-3と同様の結果となった。

また, 0.22 μ mフィルターでろ過した培養液のTOCの減少率を求めると, A及びBは60%程度を示しCは30%を示した。この結果から, 改良剤A及びB, Cは土壤微生物によって分解資化されることが判った。Dについては, ほとんど変化が認められず, 微生物による分解性は示さなかった。

4. おわりに 市販改良剤4種のうち3種は土壤微生物によって分解資化されるが, 1種は難分解性を示した。また, 存在が認められた細菌すべてが改良剤を分解する活性な細菌とは限らないことも明らかとなった。

参考文献1) 日本プロジェクトリサーチ: 最近の都市土木における建設残土処分の課題と処理技術 1988

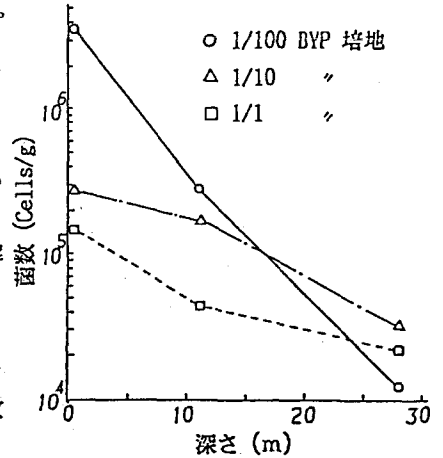


図-1 深さと菌数との関係

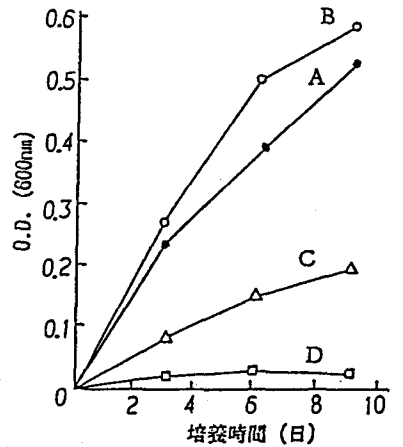


図-2 培養時間とO.D.との関係

表-3 土壤抽出液培地における培養9日後の物性

改良剤	O.D.(600 nm)	粘性の低下率 (%)	TOCの減少率 (%)
A	0.374	98.1	56.2
B	0.515	98.6	59.8
C	0.180	30.6	29.4
D	0.008	4.6	2.5