

カルシウム系鉱物析出促進に適した糖類の選択に関する検討

長野工業高等専門学校 非会員 坂本 朝子
正会員 畠 俊郎

1. はじめに

年々、地球環境問題に関する意識の高まりが感じられる。人々の関心とともに微生物の代謝活動を利用することで、低エネルギー・低環境負荷を目的とする効果を得る技術の開発が期待されている。本研究では、そのなかの一つである微生物機能により地盤性状を制御する技術（バイオグラウト）に注目した。この技術は、地盤にカルシウム源、有機栄養源（グルコース）および pH 緩衝溶液を注入し、微生物の代謝活動によって地盤内の微小な割れ目を閉塞する機能を実現するものである。この技術のなかで、炭酸カルシウム析出に適した炭素源（糖類）について検討した。本文では、グルコースよりも大きな分子量を持つスクロースに着目し、グルコースとの比較試験を実施した結果について報告する。

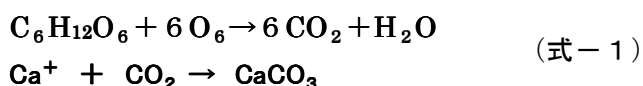
表-1 培地組成

試験区名	グルコース	スクロース
溶液量	50ml	50ml
Tris	0.606g	0.606g
CaCl ₂ 2H ₂ O	0.74g (0.1mol)	0.74g (0.1mol)
グルコース	0.9g (0.1mol)	—
スクロース	—	1.71g (0.1mol)

2. 試験の概要

2-1. 微生物機能による炭酸カルシウムの生成メカニズム

グルコースとカルシウムイオン、微生物機能により炭酸カルシウムを得るメカニズムを式-1に示す。



本研究では、微生物の代謝により二酸化炭素を得る有機物として利用されている糖類に着目した。グルコースは基本的な糖類であるが、本報告では糖類の中のスクロースに着目し、液体培養試験によりスクロースの有効性について検討することとした。

2-2. 試験水の状況と培養試験の概要

培養試験では、農業排水が流入しているため池の水を用いることとした。培養前に行った分析の結果、pH は 7.8、一般細菌数が 500~1000cells/mL であることを確認した。また、刺激臭等もなく無色透明な状態であった。

2-3. 手順

本実験における培養試験の流れを図-1に、培地の組成を表-1にそれぞれ示す。培養サンプルの作成手順は、糖類、カルシウム源および pH バッファーを添加し、HCl にて pH=8.0 になるよう調整した。調整後のサンプルはバイアル瓶に密栓し、一定温度(37℃)で培養することとした。サンプリングは 0 (スタート)、1, 3, 6 日目で行い、微生物培養用に 1mL 取り分けた残りの 49mL 全量を孔径 45 μm のメンブレンフィルターで吸引ろ過し、蒸発残留物の重量の測定を行った。さらにろ液についてカルシウムイオン濃度、pH、標準寒天培地を用いた一般細菌数を測定した。

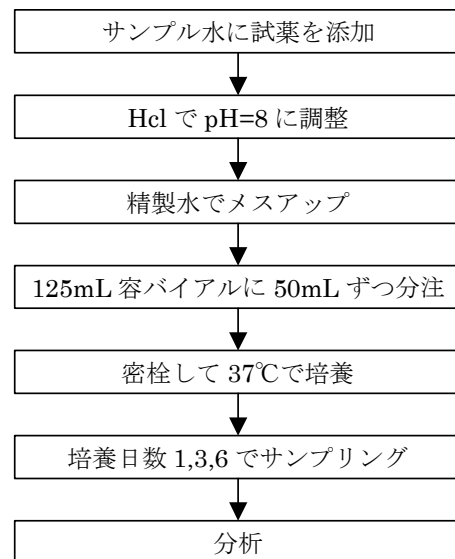


図-1 培養手順

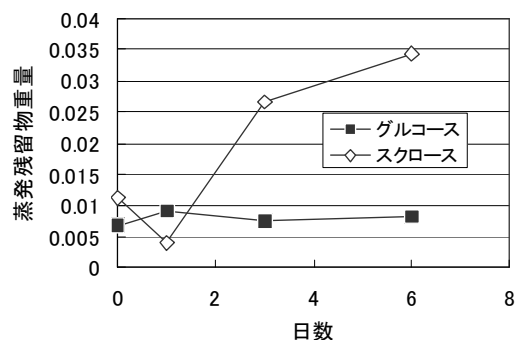


図-2 蒸発残留物重量の推移

3. 分析結果

分析結果を蒸発残留物重量について図-2, pH 変動について図-3 および一般細菌数およびカルシウムイオン残存率について図-4 にそれぞれ示す. なお, 一般細菌数およびカルシウムイオン残存率については本研究で着目したスクロースのみとした.

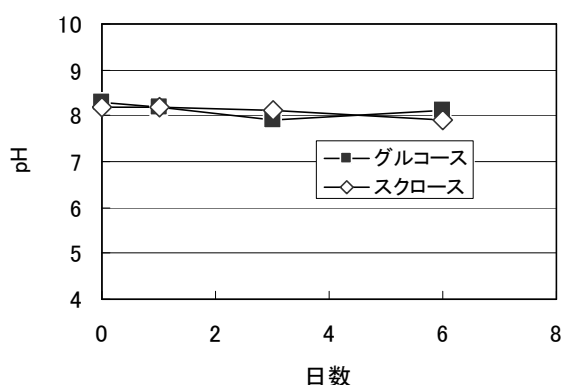


図-3 pH の推移

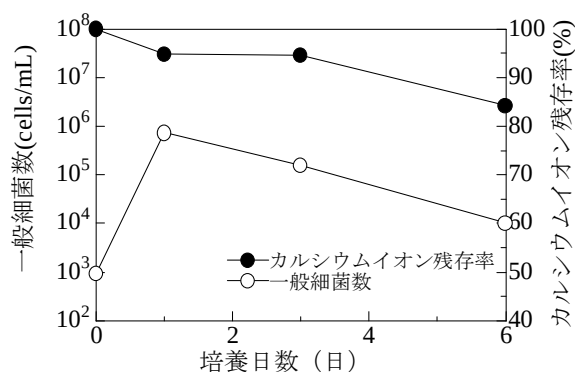


図-4 一般細菌数の経過

4. 考察

以下, 分析項目ごとに考察する.

まず, 図-2の蒸発残留物質では, スクロースで析出物の顕著な増加が認められた. 一方, グルコースでは6日間の培養で顕著な増加が認められなかった. 顕著な増加が認められたスクロースについて析出物の同定を目的としたX線回折を行った. 結果を図-5に示す. 分析の結果, 析出物が炭酸カルシウムであることを確認した. 図-3に示す pH では, グルコース, スクロースとも培養期間を通じて pH=8.0 程度を安定して維持する傾向が認められた. これは pH バッファーの効果によるものと考えられる. 図-4に示す一般細菌数

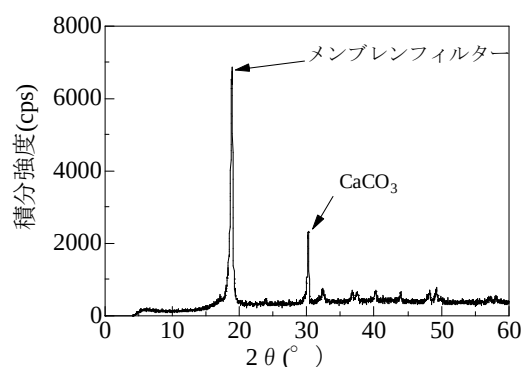


図-5 X線回折結果

では, 培養1日目に最大菌数を示した後に3日目以降が減少する傾向が認められた. しかしながら, 初期状態と比較すると増加傾向を維持しているためスクロースの有効性を確認することができた. 同じくカルシウムイオンについては, 培養期間を通じて減少傾向を確認することができた. 微生物数が減少しているにもかかわらずカルシウムイオンが減少している理由については今後検討していきたい.

5. まとめ

微生物機能を用いた炭酸カルシウムの析出促進に関し, グルコースとスクロースの比較試験を実施した. 蒸発残留物重量の結果からグルコースよりもスクロースが炭酸カルシウムを含む結晶物の生成により効果があることを確認した. また, pH の結果については pH バッファーを入れることにより培養期間を通じて安定的に中性域を維持できたのでグルコースだけでなくスクロースにも pH バッファーの効果が期待できることを確認した. 一般細菌数では, 1日目に増加したもののその後は減少傾向となった. しかしながら, 最終的には初期状態よりも一般細菌数が増加するとともにカルシウムイオン濃度も減少する効果を確認した. 以上より, スクロースの添加が炭酸カルシウム析出に有効であることを確認した. 今後は, 炭酸カルシウムの析出に適したカルシウム源の探索と最適な濃度について検討していきたい.