

HPC ゲルの微生物担体としての利用可能性

前橋工科大学 学生会員 吉村 朋晃
前橋工科大学 正会員 田中 恒夫

1.はじめに

我が国において地下水は重要な水源であるが、近年、硝酸塩による地下水の汚染問題が深刻化している。硝酸塩は、家庭排水などの地下への浸透、農地への施肥、家畜糞尿の不適切処理によって硝酸性窒素やアンモニア性窒素などが土壌中に流出し、微生物の働きによって酸化されることで生じる¹⁾。硝酸塩の発生源は多様であり、発生源をなくすことは困難であるため、地下水の硝酸塩による汚染を防止するためには排出された硝酸塩を浄化する必要があると考えられる。浄化の方法として、生物学的脱窒法がある。これは脱窒細菌の代謝(脱窒反応)によって浄化する方法である。電子供与体が必要であり、現在はエタノールなどの使用が主流であるが、その使用によって二次汚染が発生することがある。そこで、二次汚染がなく、簡易的な操作で汚染水の浄化を可能にする微生物担体として、HPC・アルギン酸ゲルを用いた微生物担体を提案する。

2.HPC ゲル(分子ふるい)

HPC はセルロースを原料として、電子線やγ線を照射するとゲル化する性質を持ち、人に無害で医薬的添加剤としても使用されている。また、ハニカム構造を持ち、脱窒細菌などの生息場として期待されている。

3.実験方法

(1)膨潤率とゲル分率

縦：30mm，横：30mm，厚さ：10mmのサイズにカッターナイフとはさみを用いて成型したものを供試ゲルとして用いた。各 200mL ビーカーに供試ゲルを1つずつ入れ、以下の操作を行った。初めに 60℃の乾燥炉で 4 日間乾燥し、乾燥ゲル(W_i)として測定した。その後蒸留水を 200mm 入れ、5 日後に膨潤ゲル(W_s)として測定した。最後に膨潤ゲルを 60℃の乾燥

炉で 4 日間乾燥し、洗浄後の乾燥ゲル(W_d)として測定した。測定した質量より、γ線を照射した HPC ゲルの膨潤率(SW)，ゲル分率(GF)を算出した。計算には以下の式を用いた。

$SW[-] = (W_s - W_d) / (W_d)$ (1)

$GF[\%] = (W_d) / (W_i) \times 100$ (2)

膨潤率はゲル自身の体積の何倍の水を吸収するか、ゲル分率はゲル自身の何%が架橋されているかを表している。

(2)ゲルの成型方法

調製した HPC を、パイプを通した容器に入れ、γ線を照射強度 30kGy で照射してゲル化させた。それを図 1 のように 1.5cm×1.5cm×8cm の大きさにカットしたものを 4 つ用意する、それらを以下の 4 つの条件のもと膨潤させ、大きさパイプを通した穴の直径を測定、観察する。パイプを通し開けた穴は後にアルギン酸ゲルを挿入するためのものである。

表 1 HPC ゲル膨潤時の条件

条件 1	パイプ挿入あり（剥離なし）
条件 2	パイプ挿入あり（剥離あり）
条件 3	パイプ挿入なし
条件 4	パイプ挿入あり（半分まで抜去）



図 1 カットした HPC ゲル

キーワード：微生物担体，HPC ゲル，アルギン酸ゲル，ゲル分率，膨潤率

連絡先：Tel：027-265-7363 Email：t-tanaka@maebashi-it.ac.jp

表 2 既往研究の実験結果

照射強度 (kGy)	10	20	30	40	60
膨潤率 (-)	19.8	21.9	18.3	16.5	13.6
ゲル分率 (%)	97.1	92.6	89.0	83.1	83.9

表 3 今回の実験結果

照射強度 (kGy)	10	20	30	40	60
膨潤率 (-)	22.7	24.2	16.5	15.1	12.4
ゲル分率 (%)	93.1	87.9	88.8	87.0	87.7

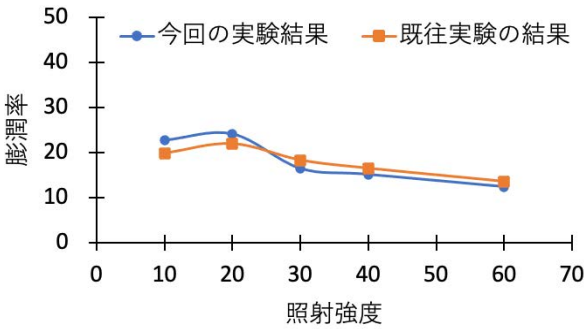


図 2 膨潤率 (SW)

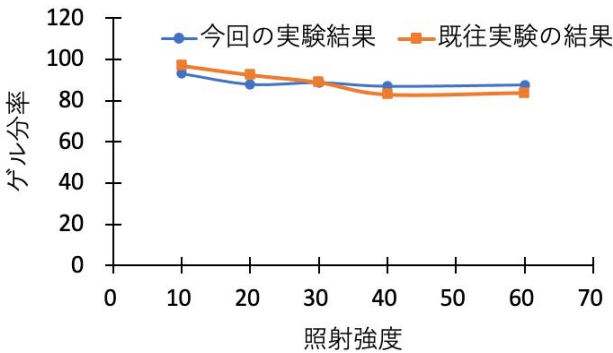


図 3 ゲル分率 (GF)

4.実験結果および考察

(1)膨潤率とゲル分率

この実験は既往研究により一度行われており、その結果は表 2 の通りである²⁾。今回の実験の結果が表 3 である。得られた結果をグラフ化すると図 2、図 3 のようになる。膨潤率、ゲル分率共にグラフの形状が似ており再現性が確認できた。膨潤率(SW)は 10kGy から 20kGy にかけて高くなるが、それ以降は照射強度が大きくなるにつれ値は小さくなった。また、ゲル分率(GF)は 10kGy で最も大きな値をとり、照射強度が大きくなるにつれ値は小さくなるが、40kGy、60kGy では近い値をとった。このことからγ線照射強度が高すぎるとゲル分率は低くなる傾向にあり、かつ水の吸収量が著しく小さくなることがわかった。

表 4 膨潤後の HPC ゲルの大きさ

	縦×横×高さ (cm)	穴の直径 (mm)
条件 1	3×3×11.5	7
条件 2	3×3×12	7
条件 3	3×3×12	7
条件 4	3×3×11.5	7

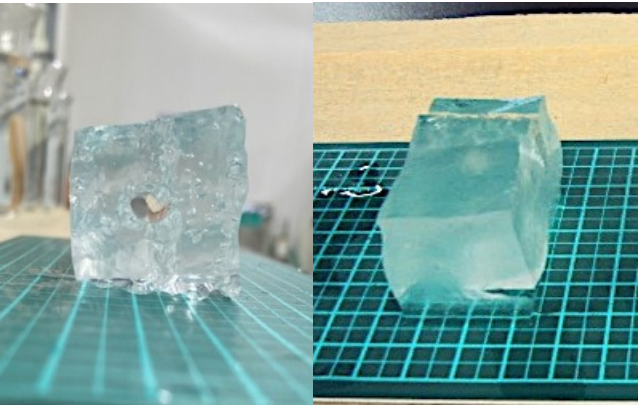


図 4 γ線 HPC ゲル 図 5 電子線 HPC ゲル

(2)ゲルの成型方法

膨潤後の HPC ゲルの大きさ、穴の直径は表 3 のようになった。高さには少し違いがあるが他の部分に差はなく、これは成型時の人為的な誤差だと考えられる。よって条件によって膨潤の程度に違いはないとわかった。そのため、膨潤過程での HPC ゲルの加工は難しいと考えられる。

また、図 4 は今回の実験で作製し膨潤させたゲルで、図 5 は既往研究で電子線を 10～20kGy で照射して調製し、膨潤させた HPC ゲルである³⁾。これらを比較すると今回調製した HPC ゲルの方が安定し、パイプを通して穴も完全に残っているため、今回行った方法が HPC ゲルの成型により適していると考えられる。

参考文献

1)地下水問題研究会編：地下水汚染論－その基礎と応用，pp.2-3，1994.
2)鈴木・田中：HPC ゲルとアルギン酸ゲルを組み合わせた担体に関する研究，前橋工科大学社会環境工学科卒業論文，pp.1-6，2021.
3)阿部・田中:ゲル充填固定床を用いた地下水浄化に関する研究，前橋工科大学建設工学専攻修士論文，pp.1-80，2020.