

HPC ゲルおよびアルギン酸ゲルの生分解特性

前橋工科大学 学生会員 ○阿部 可南子
桑子 護
前橋工科大学 正会員 田中 恒夫

1. はじめに

近年、硝酸塩や亜硝酸塩による地下水汚染の問題が顕在化している。その原因は、農地における過剰施肥や家畜排泄物の不適正処理、生活排水・工場排水の地下水浸透などの影響とされている。硝酸塩等については、水質環境基準の超過率が環境基準項目の中で最も高くなっている¹⁾。今後もこのような傾向は続くと言われ、人の健康や生活環境の保全などの観点からその浄化は必須である。

本研究では、硝酸性窒素などで汚染された地下水などの浄化が原位置かつ簡易な操作で可能な、電子供与体添加方式の生物学的脱窒技術の開発を目的とした。外部電子供与体・炭素源として、ここでは電子線を照射して架橋・調製したヒドロキシプロピルセルロース (HPC) ゲルやアルギン酸ゲルを用いた。これまでの研究²⁾で HPC は難生分解性物質であることが確認されていることから、その易生分解性について検討した。さらに、アルギン酸ゲルの生分解特性についても検討を行った。

2. HPC ゲル

HPC は天然に広く存在するセルロースを原料とし、セルロースの水酸基を酸化プロピレンでエーテル化することで得られる水溶性のセルロース誘導体である。既存の研究³⁾より、これをゲル状にした HPC ゲルはハニカム構造を持つため脱窒細菌の生息場として期待できる。また、溶出速度が非常に遅く過剰溶出の危険性が少ないことから、脱窒細菌に対する電子供与体として有効と考えられる。

3. アルギン酸ゲル

アルギン酸ゲルはアルギン酸ナトリウムと塩化カルシウムの化学反応で生成することができるゲルであり調製手順が非常に容易である。人に無害な物質であり、生分解性を有することから微生物担体および電子供与体として用いることが有効と考えられる。

本研究ではアルギン酸ゲルを微生物担体として扱うため、安定性の高いゲルが必要である。ゲル内の空隙を減少させゲルの密度を高くすることでゲルの厚みが増し、強度を保持できると考えられる。

4. 実験装置と実験方法

a) HPC 溶液を用いた生分解・回分実験

分子量の高い HPC を 30%の割合で純水に溶かし、粒状活性炭を 10g/L, 50g/L, 100g/L 混ぜたものに電子線を照射してゲル化させた。調製した担体を 3cm×3cm×0.5cm の大きさにカットし、それぞれ 4 枚ずつメッシュに包み反応器に入れて生物膜を固定化した。調製した担体を濃度 1g/L の HPC 水溶液 (300ml) に浸漬してスターラーを用いて攪拌した。同様に、1g/L の肉エキス溶液の中に浸漬して曝気した。

攪拌開始時、曝気開始時を実験スタートとし、3, 6, 24, 48 時間後に被検水を 5ml 採水し、HPC 水溶液は 40 倍希釈、肉エキス溶液は 10 倍希釈で TN, TOC, DO 濃度と水温を測定した。

b) アルギン酸溶液を用いた生分解・回分実験

HPC を 30%の割合で純水・培地に溶かし、粒状活性炭を 10g/L 混ぜたものにそれぞれ電子線を照射してゲル化させた。調製した担体に微生物膜を固定化し、濃度 1g/L のアルギン酸ナトリウム水溶液 (300ml) に浸漬してスターラーで攪拌した。

攪拌開始時を実験スタートとし、3, 6, 24, 48 時間、3, 7 日後に被検水を 10ml 採水し、10 倍希釈で TN, TOC, DO 濃度を測定した。

c) アルギン酸ゲルの生分解性

アルギン酸ナトリウムを 3%, 塩化カルシウムを 5%の割合で純水に溶かした水溶液を用いアルギン酸ゲルを生成した。調製したゲルを 60 個メッシュに入れ生物膜を固定化したものと固定化しないものを用意した。調製した担体を硝酸カリウム水溶液 (300ml) に浸漬してスターラーで攪拌した。

キーワード HPC ゲル アルギン酸ゲル 担体 有機物分解 窒素除去

連絡先 〒371-0816 前橋市上佐島町 460 番地 1 前橋工科大学社会環境工学科 TEL : 027-265-7363 E-mail : t-tanaka@maebashi-it.ac.jp

攪拌開始時を実験スタートとし、1, 6, 24 時間、3, 7 日後に被検水を 30ml 採水し TN, TOC, DO 濃度を測定した。

5. 実験結果及び考察

a) HPC 溶液の生分解性

TN, TOC 濃度の経時変化を図 1, 2 にそれぞれ示す。HPC 溶液における TN 濃度と TOC 濃度はいずれも 6 時間以降大きな濃度変化はなく、ほぼ一定の値となった。これより、HPC は生分解されず窒素除去もされていないことが確認できた。一方、肉エキス溶液では時間経過とともに TN 濃度と TOC 濃度の減少が確認でき、微生物が有機物を栄養源として働き、脱窒細菌として作用されていると考えられる。

以上の結果より、HPC 溶液は肉エキスと異なり、生分解されにくいことがわかった。

b) アルギン酸溶液の生分解性

TN, TOC 濃度の経時変化を図 3, 4 にそれぞれ示す。TOC 濃度について、水ゲル・培地ゲルのいずれも 48 時間後までは上昇傾向がみられたが、その後減少した。実験初期では HPC ゲルの TOC 成分が溶出したと考えられ、その後、微生物により有機物分解され TOC 濃度が減少したと考えられる。TN 濃度についても 48 時間後までは上昇しその後減少した。これらの結果から、アルギン酸溶液は生分解されることがわかった。

c) アルギン酸ゲルの生分解性

TN, TOC 濃度の経時変化を図 5, 6 にそれぞれ示す。TOC 濃度について、微生物固定化なしの条件ではほぼ一定であったが、固定化ありの条件では時間経過とともに増加した。これらの結果から、微生物がアルギン酸を分解したことが確認でき、アルギン酸ゲルは電子供与体として利用できると考えられる。しかし、TN 濃度変化は小さく、脱窒細菌のアルギン酸ゲル資化性については検討が必要である。

参考文献

- 1) 環境省ホームページ : <http://www.env.go.jp/>
- 2) 長谷川・田中 : HPC ゲル電子供与体を用いた地下水脱窒浄化の長期安定性, 前橋工科大学社会環境工学科卒業研究概要集, pp69-70, 2017.
- 3) 藤ノ木・田中 : 有機高分子ゲルの微生物担体としての利用可能性, 前橋工科大学社会環境工学科卒業研究概要集, pp77-78, 2015.

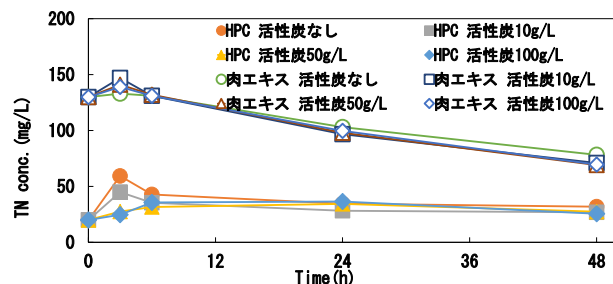


図 1 TN 濃度の経時変化 (HPC 溶液)

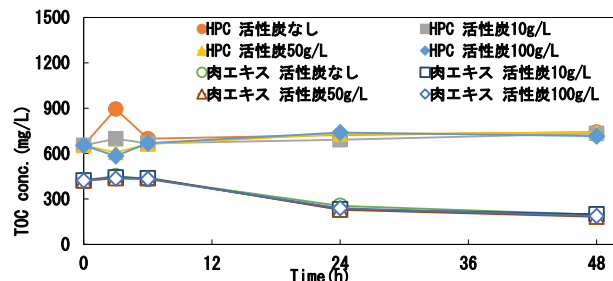


図 2 TOC 濃度の経時変化 (HPC 溶液)

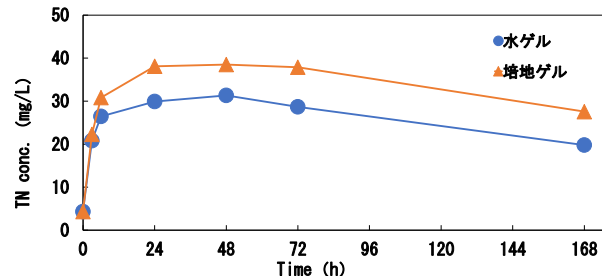


図 3 TN 濃度の経時変化 (アルギン酸溶液)

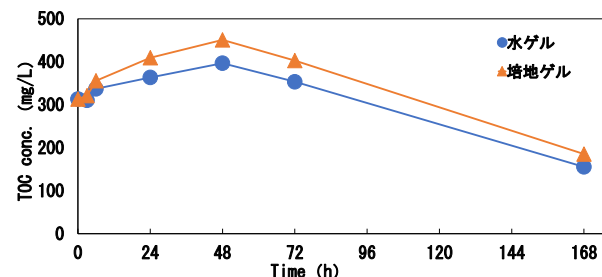


図 4 TOC 濃度の経時変化 (アルギン酸溶液)

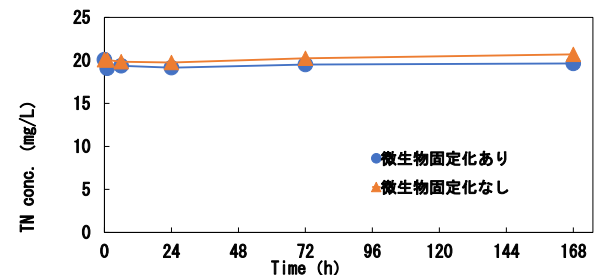


図 5 TN 濃度の経時変化 (アルギン酸ゲル)

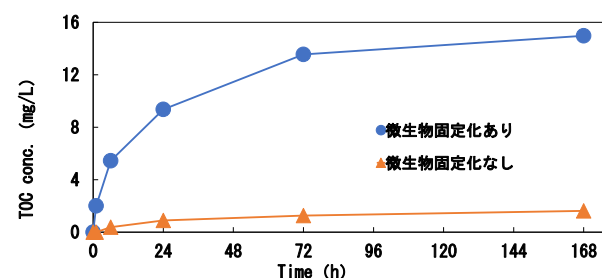


図 6 TOC 濃度の経時変化 (アルギン酸ゲル)