

HPC ゲルの機能性と微生物担体としての利用可能性

前橋工科大学 学生会員 ○阿部 可南子
 前橋工科大学 尾崎 太志
 前橋工科大学 正会員 田中 恒夫

1. はじめに

地下水は水温変化が小さく比較的水質が良好なことから、水道水源などとして古くから利用されてきた。しかしながら近年、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⁾。また、地下水は一旦汚染されるとその影響は長期間に及ぶことから原位置浄化などの対策が必要となる。

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) ゲルを用いた。既存の研究より、地下水流動を模した帯水層へ長期間の浸漬をさせた HPC ゲルは溶解しなくなったことが確認されている。長期浸漬した HPC ゲルから TOC 成分の溶出を促進させる手法として電気化学的手法を選択し、その効果について検討した。また、これまでの研究で 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、その易生分解性化についても検討した。

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²⁾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。電場により溶解する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。

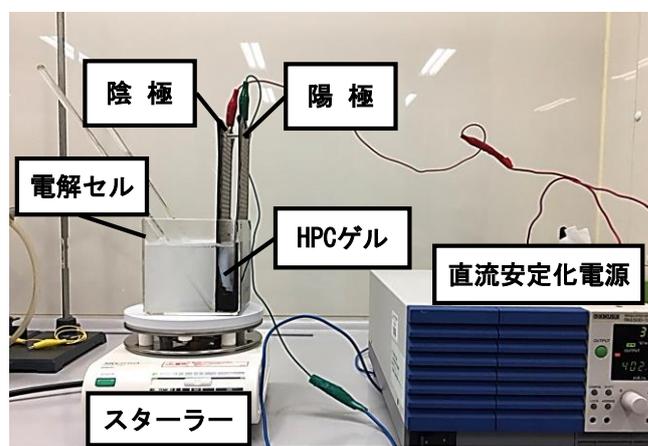


図1 電解セル

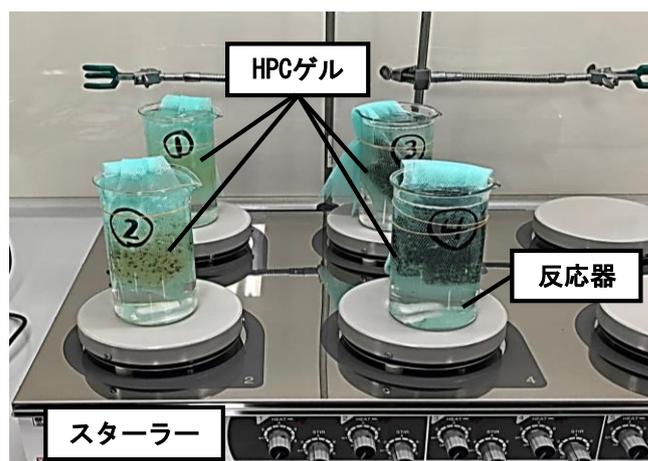


図2 回分実験装置

3. 実験装置と実験方法

(1) 実験装置

a) 電解セル

実験装置 (ガラス製反応器) を図1に示す。反応器は 10cm×10cm×10cm の立方体で、有効容量は約 0.9L である。その中に、一対の電極と既往の実験で用いた HPC ゲル³⁾を装着した。図1で示したように HPC ゲルは 1cm×1cm×5cm の大きさにカットし、それを陰極と陽極の間に 10 本挿入した。通電は直流安定化電源を用いて行った。また、反応器内は物質濃度が均一になるようにスターラーで攪拌した。

キーワード HPC ゲル 担体 機能性 有機物分解 窒素除去

連絡先 〒371-0816 前橋市上佐鳥町 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

b) 回分実験装置

実験装置を図2に示す。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。

(2) 実験方法

a) 電解実験

セルを水道水で満たし、リード線を安定化電源に接続して通電実験を開始した。電流は100~400mAの範囲とした。反応器から被検水を30分毎に採水しTOC濃度を分析した。

b) 回分実験

攪拌開始時、曝気開始時を実験スタートとし、3時間、6時間、24時間、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濃度とTOC濃度を測定した。また、時間ごとにDO濃度と水温も測定した。

4. 実験結果及び考察

(1) 電解実験

通電実験の結果、いずれの電流の範囲でもTOC濃度の増加が確認できた。400mAでは変化が最も大きく、溶解速度は電流の大きさに関係していることも確認できた。ただし、400mAでは2時間の通電で水温の上昇により、HPCゲルが無色透明から白色に変化した。また、水道水は白濁した。ここでは400mA以上の通電も検討していたが、ゲルの形状を保つことが難しいことや二次汚染の可能性を避けるため実験を中断した。以上の結果より、反応器内のpHの変化により電極の陰極側ではHPCゲルが溶解したと考えられる。電解によるHPCゲルの溶解は可能と考えられるが、溶解速度が遅いため実用性を検討する必要がある。

(2) 回分実験

回分実験におけるTN濃度とTOC濃度の経時変化を図3, 4にそれぞれ示す。図3より、TN濃度は、HPC水溶液を用いた場合、実験初期では活性炭なし、活性炭を10g/L含むものは大きく増加したが、50g/L,

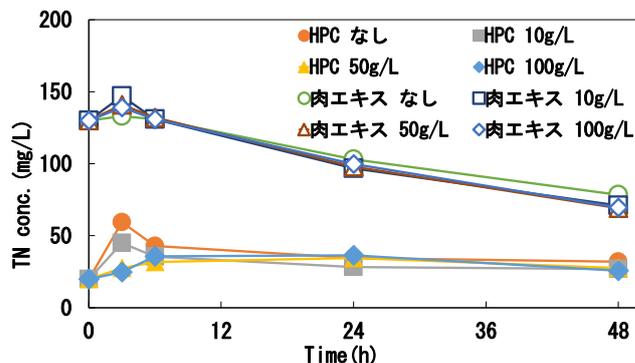


図3 TN濃度の経時変化

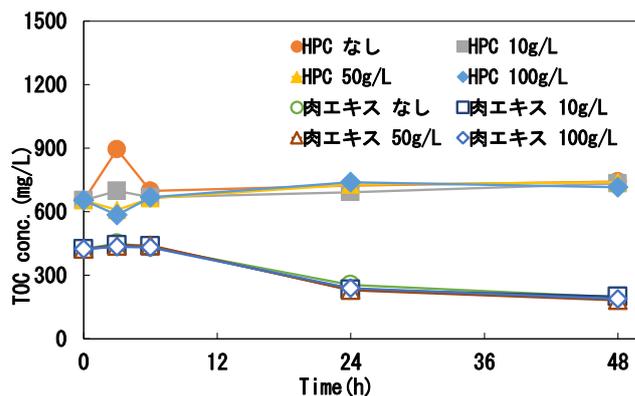


図4 TOC濃度の経時変化

100g/L含むものでは、緩やかに増加した。その後すべての試験体で濃度は一定となった。一方、肉エキス溶液を用いた場合、濃度変化は著しく減少した。

図4より、TOC濃度の変化は、HPC水溶液を用いた場合の実験初期では、活性炭なし、10g/L含むものは増加し、50g/L, 100g/L含むものは減少した。時間経過とともにすべての試験体で同じような値になり、その後反応の変化は見られなかった。一方、肉エキス溶液を用いた場合では、時間経過とともに減少した後、反応速度は低下した。

以上の結果より、HPCは肉エキスと異なり、生分解されにくいことが確認できた。

参考文献

- 1) 環境省ホームページ：
<http://www.env.go.jp/> (2019年1月10日閲覧)
- 2) 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。
- 3) 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。