

(別紙様式第3号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 大島 久満

題目: ハイドロタルサイト担持繊維を用いた排水からのリン除去・回収
・再資源化システムの開発に関する研究

Development of Phosphorus Removal, Recovery and Recycling System from Wastewater
Using a Hydrotalcite-Carrying Fiber

本研究は、湖沼や内湾等の閉鎖性水域の富栄養化進行を防止するための排水の高度処理技術と、枯渇資源であるリンの回収・再資源化技術を同時に開発し、システムとして実用化することを目的に、ハイドロタルサイト担持繊維(HTCF)の開発とこれを用いたリン除去・回収・再資源化システムの確立を目指したもので、その内容は以下のように要約される。

HT のリン吸着能力を十分に発揮できる実用的な担持成型体を開発することを目的に、多孔質構造の繊維状樹脂に HT を担持した HTCF を試作し、そのリン酸イオン吸着能力(吸着速度・平衡吸着量)と、二液再生法を適用した場合のリン酸イオン脱離速度・脱離率、HTCF の再生速度・再生率および繰り返し再生使用した場合の再生率の変化を基礎的に検討した。その結果、HTCF は速いリン酸イオン吸着速度と高い平衡吸着量、速いリン酸イオン脱離速度と高いリン酸イオン脱離率、速い再生速度と高い再生率を有していることが分かった。また、HTCF は 10 回まで 80 %以上の再生率で再生可能なことが分かった。

HT 粉体を用いて二液再生法による MAP 生成の最適 pH 条件、脱離液に加える再生液と塩化アンモニウム溶液の最適混合量、最適攪拌時間を検討するとともに、脱離液と再生液の繰り返し使用が HT の再生率および MAP としてのリン回収率に与える影響を詳細に検討した。その結果、HT 粉体からの MAP(HT-MAP)生成条件は、初期 pH が 12 で収束 pH が 8.7、混合量(モル比)はリン酸イオン：マグネシウムイオン：アンモニウムイオン=1:3:5、攪拌時間が 5 分の条件であり、この条件でリン含有脱離液からリン酸イオンを HT-MAP として 99 %以上の回収率で回収できることが分かった。また、脱離液と再生液は 5 回繰り返し使用してもリン回収率は 99%以上であり、HT の吸着能力も 80 %

以上再生できることが分かった。次に、HTCF に二液再生法を適用した場合でも、同条件で MAP 生成とリン回収が可能か検討した。その結果、HTCF においても同条件で MAP 生成 (HTCF-MAP) が可能なこと、また 99 %以上の回収率で HTCF-MAP の生成によるリン回収が可能なが分かった。

精製水で調整した夾雑物質を含まないリン試料水と実排水である農業集落排水処理施設の二次処理水を用い、カラム法により HTCF のリン除去速度および貫流容量を算出し、その実用的なリン除去能力を検討した。その結果、リン試料水および実排水のいずれを用いた場合でも、SV 条件が HTCF のリン酸イオン除去速度および貫流容量に及ぼす影響はほとんど無かった。しかし、リン試料水を用いた場合の各 SV 条件における HTCF の貫流容量は、 $28.72\sim 30.68 \text{ mg-P}\cdot\text{g}^{-1}$ であり、また実排水を用いた場合では、 $15.32\sim 16.27 \text{ mg-P}\cdot\text{g}^{-1}$ であり、実排水を用いた場合に貫流容量が低下した。この原因は、実排水に含まれる炭酸イオンの競合的吸着によるリン酸イオン吸着阻害が主であることが示唆された。次いで、実排水からのリン除去に使用した HTCF を二液再生法により再生させた場合の再生率、またこれに使用した脱離液および再生液を用いた MAP 生成によるリン回収率を検討した。その結果、実排水からのリン除去に用いた HTCF は、二液再生法により速い吸着速度を維持したまま高い再生率で再生できることが分かった。さらに、実排水のリン除去に用いた HTCF の再生に使用したリン含有脱離液と再生液からも、リン酸イオンを HTCF-MAP として 99 %以上の回収率で回収できることが分かった。

HTCF を用いたリン除去・回収・再資源化システムを農業集落排水処理施設に適用した場合のコストをモデル的に試算し、現行のリン除去技術である凝集沈殿処理法のコストと比較することにより、本システムの経済的優劣性を検討した。その結果、HTCF を用いたリン除去・回収・再資源化システムの処理水 1 m^3 当たりのコストを凝集沈殿処理法と比較すると、6 倍以上の処理コストがかかることが分かった。今後は本システムの実用化に向け、HTCF の貫流容量を増加させるための検討、HTCF および脱離液・再生液の繰り返し使用回数を伸ばす方法を開発する必要があると考えられる。

以上の結果より、HTCF が優れたリン吸着材であることが証明され、一方で実用化に向けた課題を整理することができ、HTCF を用いた排水からのゼロエミッション方式によるリン除去・回収・再資源化システムの確立が現実的となった。