

10 種類の人工湿地ろ材の NH_4^+ 、 NO_3^- および PO_4^{3-} の吸着性能の評価

日本大学工学部 学生会員 ○増田 裕和 正会員 中野 和典
日本大学工学部 正会員 佐藤 洋一

1. はじめに

活性汚泥法の代替処理法として、低コスト、低炭素である人工湿地法が挙げられる。人工湿地は、污水处理を目的とした湿地であり、湿地の汚濁浄化能力を人工的に強化することで活性汚泥法と同程度の汚濁浄化能力を持たせた自然に優しい汚濁処理法である。人工湿地の浄化メカニズムは、第1段階のろ過層での汚濁のろ過・吸着による物理的除去とろ過・吸着した汚濁が微生物により生物学的分解を受ける第2段階から構成される¹⁾。季候等の自然の条件の影響を受ける人工湿地の浄化性能の安定化と改善を図るには、ろ過層のろ材の改良による人工湿地内での汚濁の滞留時間の延長が有望である。特に、陰イオンで存在する窒素やリンの除去性能については改善の余地が残されており、人工湿地の単位面積あたりの浄化性能が改善できれば、必要スペースを縮小することができる。このような背景から本研究では、人工湿地に適用可能な10種類のろ材について窒素およびリンの吸着性能を評価した。

2. 実験概要

まず始めに、 NaNO_3 (硝酸ナトリウム)、 NH_4Cl (塩化アンモニウム) および Na_2HPO_4 (リン酸水素二ナトリウム) を用いて、 NH_4^+ 濃度が 50mg-N/L、 NO_3^- 濃度が 50mg- N/L、 PO_4^{3-} 濃度が 10mg-P/L となるように供試水溶液を調整した。本実験で用いた10種類のろ材とその特長を写真-1に示す。50mLの供試水溶液に対し、これらのろ材を1g投入して12時間の振透を行い吸着平衡させた。得られた上澄みの NH_4^+ 、 NO_3^- 及び PO_4^{3-} の濃度を測定した。 NH_4^+ 濃度をインドフェノール法(Ⅱ)、総窒素濃度を紫外線吸光光度法で測定し、総窒素濃度から NH_4^+ 濃度を引くことで NO_3^- 濃度を算出し、 PO_4^{3-} 濃度はモリブデン青吸光光度法に従って測定した²⁾。

3. 結果

図-1に NH_4^+ 除去性能の比較を示す。残存濃度が低いろ材ほど、除去性能が高いことを示している。人工湿地でよく使われている砂(ろ材番号1)を標準として、上位から順に並べると、図-1に示すようにゼオライト、ケイ酸カルシウム、珪藻頁岩、炭の順で砂を上回る NH_4^+ 除去性能有していることが分かった。特にゼオライトはほぼすべての NH_4^+ を吸着し、非常に有効なろ材であることが分かった。図-2に NO_3^- 除去性能の比較を示す。図-2より、PEATMOSS、玄武岩、花崗岩、炭、ゼオライト、転炉スラグの順で砂を上回る NO_3^- 除去性能であることが分かった。しかし、PEATMOSSは残存濃度の最大値と最小値で大きな差があり、今回検討した中では、 NO_3^- 除去性能が高く安定している玄武岩が NO_3^- に有効であるといえる。図-3に PO_4^{3-} 除去



写真-1 本実験に用いた10種類のろ材とその特長。 1. 砂 2. 珪藻頁岩 3. PEATMOSS 4. ケイ酸カルシウム 5. ゼオライト 6. 炭 7. カキ殻 8. 転炉スラグ 9. 玄武岩 10. 花崗岩

キーワード：人工湿地、ろ材、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、吸着性能

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

性能の比較を示す。図-3 より、転炉スラグ、ケイ酸カルシウム、珪藻頁岩、ゼオライ PEATMOSS、炭の順で砂を上回る性能であることが分かった。特に転炉スラグおよびケイ酸カルシウムは、ほぼすべての PO_4^{3-} を吸着し、非常に有効であることが分かった。 NH_4^+ 、 NO_3^- および PO_4^{3-} のすべてで砂を上回る除去性能のろ材はゼオライトと炭だけだった。

4. 考察

NH_4^+ と PO_4^{3-} に比べて NO_3^- の除去性能が低かった理由として、 NO_3^- と PO_4^{3-} が共に陰イオンであり競合したことが原因であると考えられた。また今回の実験で用いたろ材の粒径は一定でなかった。吸着性能はろ材の表面積に依存するため、表面積が大きい小粒径のろ材ほど、吸着性能が高く現れていたと考えられる。このことから、本研究での除去性能が同等であれば、表面積が小さく大粒径のろ材ほど実際は高性能であるということになる。例えば、図-2 の結果で NO_3^- の平均残存濃度は玄武岩より PEATMOSS が低い、表面積は、写真-1 で示されるように、明らかに PEATMOSS が大きい。このように表面積を考慮すると玄武岩がより優れた NO_3^- 除去性能を有していたと考えられる。同様なことは、比重についても言える。比重が大きいものほど今回の実験での使用量は少ないため、今回の結果で除去性能に差がないろ材では、比重が大きいものほど高性能であると判断できる。

5. まとめ

本研究では、人工湿地の浄化性能の安定化と改善を図ることを目指し、人工湿地に適用可能な 10 種類のろ材について NH_4^+ 、 NO_3^- 及び PO_4^{3-} の吸着性能を比較した結果、 NH_4^+ はゼオライト、 PO_4^{3-} は転炉スラグおよびケイ酸カルシウムの吸着性能が圧倒的に優れていた。 NO_3^- の吸着性能は、PEATMOSS、玄武岩、花崗岩が他と比べて優れていた。しかし考察に記述したとおり、玄武岩と花崗岩は比重が大きいことから、PEATMOSS を上回る NO_3^- 除去性能を有していると判断できる。実際に人工湿地での適用を考えると、 NH_4^+ 、 NO_3^- 及び PO_4^{3-} のすべてで砂を上回る除去性能のろ材はゼオライトと炭であったが、砂と大きく差があるわけではなく、本研究で除去性能に優れていたゼオライト、転炉スラグ、ケイ酸カルシウム、玄武岩、花崗岩を組合せて吸着性能を補完させることで、人工湿地の浄化性能の安定化と改善が実現できると考えられる。

謝辞 本研究は平成 24 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の成果の一部である。実験において、日本大学工学部衛生工学研究室の協力を得ました。記して心より謝意を表します。

参考文献

- 1) 中野和典 他(2012) : 2 年目の人工湿地における水質浄化性能の向上, 土木学会論文集 G, Vol.68, No.7, pp.87-92
- 2) 社団法人日本下水道協会(1997) : 下水試験方法 上巻, pp.162-193

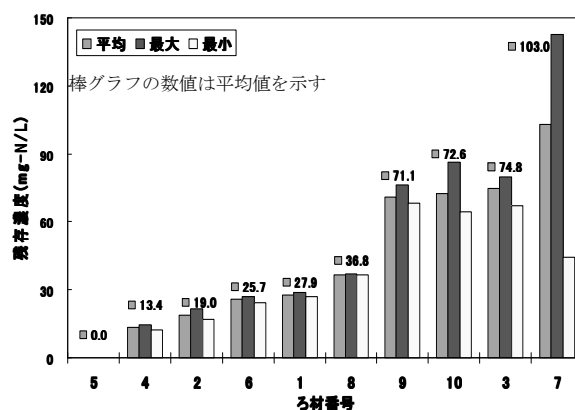


図-1 NH_4^+ 除去性能の比較. ろ材番号は写真-1 に準じる

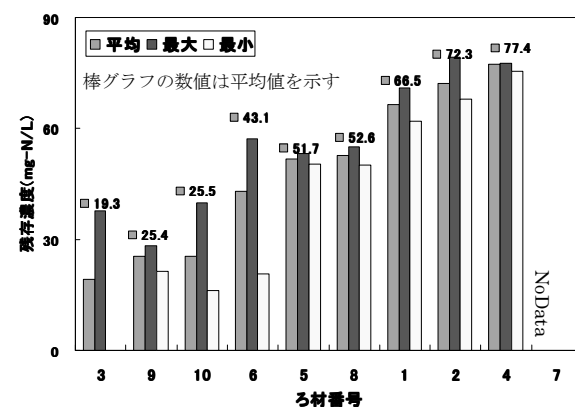


図-2 NO_3^- 除去性能の比較. ろ材番号は写真-1 に準じる

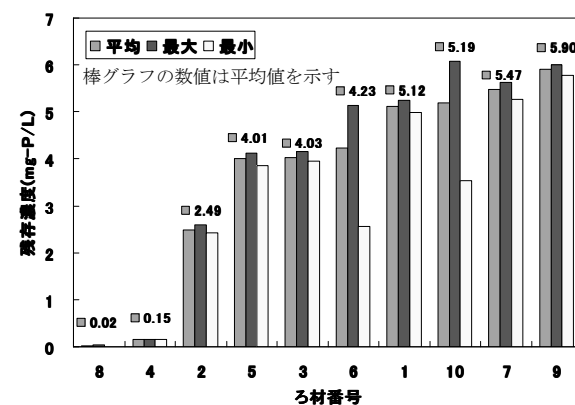


図-3 PO_4^{3-} 除去性能の比較. ろ材番号は写真-1 に準じる