

洗浄水自浄型トイレシステムの水質変化原単位の評価

日本大学	学生会員	○富澤	勇仁
日本大学	非会員	横手	亮太
日本大学	非会員	橋本	純
日本大学	正会員	中野	和典

1. 研究背景と目的

ひとたび災害が発生し、水洗トイレが機能なくなると、排泄物の処理が滞る。そのために、排泄物を原因とした感染症や害虫の発生が懸念される。また、汲み取り式仮設トイレが避難所に届いても圧倒的に数が不足し、1つあたりのトイレの負荷が大きいためすぐにタンクが満杯になるが、バキュームカーの汲み取りが間に合わず使用不可のトイレが増えるばかりとなる。このようなトイレの問題が東日本大震災をはじめとした非常時に繰り返されている。

被災者支援の中で避難生活における課題は、震災などによりライフラインが断たれた場合にも水洗トイレとして機能し衛生的かつ快適なトイレの開発であり、上下水道を必要としない洗浄水自浄型トイレシステムの開発に至った。洗浄水自浄型トイレシステムに関する前任者の研究により、1日当たり小便6回&大便2回のトイレ使用頻度条件では、洗浄水質の衛生性及び快適性には問題がなく（大腸菌未検出、色度13）、持続的なトイレの使用が可能であることが確認されたが、洗浄水質は徐々に悪化した。そこで本研究では、洗浄水自浄型トイレにおける大便、小便それぞれの1回当たりの洗浄水質変化原単位を明らかにするとともに、得られた水質変化原単位を用いて洗浄水自浄型トイレシステムの水浄化性能を評価した。

2. 実験方法

2.1 洗浄水自浄型トイレシステムの概要

水洗トイレと浄化ユニットを組み合わせた洗浄水自浄型トイレの概要を図-1に示す。日本大学工学部に設置された洗浄水自浄型トイレシステムは、5種類の機能性濾材を充填した4層の濾床で構成される浄化ユニットにより、トイレの洗浄排水を濾過・吸着により処理し、処理水を洗浄水として再生利用する完全閉鎖型汚水処理システムである。

2.2 洗浄水自浄型トイレの試験運用方法

洗浄水自浄型トイレの洗浄水質変化原単位を検証するために2種類の運用方法を試みた。Run 1(0~30日目)では使用を小便のみに限定して運用を行い、Run 2(31~76日目)では使用をできる限り大便のみに限定し運用を行った。利用者には使用回数をそのつど記入してもらい、使用回数分かるようにした。洗浄水タンクからの採水を3日に1回行い、洗浄水の水質の挙動を調査した。

3. 結果及び考察

3.1 洗浄水自浄型トイレの洗浄水質の経時変化

2種類の運用方法における洗浄水自浄型トイレの洗浄水質の経時変化を図-2に示す。Run 1では30日間で185回の大便による負荷があり、Run 1開始時と終了時の洗浄水の濃度の差より、COD濃度は6.4mg/L、T-P濃度は0.6mg-P/L、T-N濃度は53.9mg-N/L増加した。Run 2では45日間で75回の大便による負荷があり、Run 2開始時と終了時の洗浄水の濃度の差より、COD濃度は6.2mg/L減少した一方T-P濃度は0.2mg-P/L、T-N濃度は192.5mg-N/L増加した。

26回の調査において洗浄水から大腸菌群が検出されたのは13回であり大腸菌群数の最大値は128個/mLであった。

キーワード：非常時、トイレ、洗浄水、水質浄化

〒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

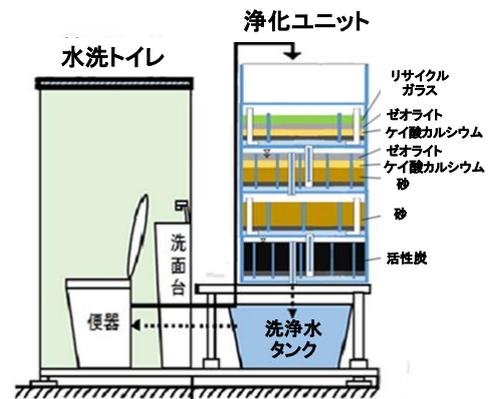


図-1 洗浄水自浄型トイレの概要

た。一方、糞便性大腸菌は8回検出され、菌数の最大値は40個/mLであった。大腸菌群及び糞便性大腸菌が検出される頻度はトイレ使用回数に伴い低下する傾向にあり。何らかの静菌作用が働いていることが示唆された。

3.2 洗浄水自浄型トイレの洗浄水質変化原単位の算定

小便及び大便それぞれの使用回数と洗浄水質の関係を求めた結果を図-3に示す。CODに着目すると小便1回あたりの増加濃度（水質変化原単位）が0.015mg/L・回であったのに対し、大便1回あたりでは-0.077mg/L・回となり、大便では回数に伴い洗浄水の浄化が進行する結果となった。T-Pでは、小便による水質変化原単位は、0.0022mg/L・回に対して、大便では0.0026mg/L・回であり同等の値であった。T-Nでは、小便による水質変化原単位は、0.2847mg/L・回に対して、大便では2.4757mg/L・回であり、大便の水質変化原単位は小便の8.7倍であった。

3.3 水質変化原単位による洗浄自浄型トイレシステムの水浄化性能の評価

本研究で得られた小便及び大便による洗浄水質変化原単位を評価するため、90日間に小便310回、大便140回の負荷があった前任者の洗浄水自浄型トイレの運用実験で得られた洗浄水質の実測値と本研究で得られた原単位により計算して求めた濃度の計算値をプロットした結果を図-4に示す。CODとT-Pに着目すると、どちらも $y = x$ から大きく外れたx軸側にプロットが集中した。これは、前任者による運用実験と比較して水質が非常に良好であることを示しており、浄化ユニットの水質浄化性能が本研究における運用では大きく改善されていたことが明らかとなった。一方、T-Nでは $y = x$ から外れてy軸側にプロットが集中しており、前任者による運用実験時よりも水質が悪化していることが示された。浄化ユニットは前任者の運用実験から継続して使用しており、本研究と合わせて小便630回、大便225回を受け入れたものであり、浄化ユニットの長期的な使用においては窒素浄化性能の改善が必要であることが本研究によって示唆された。

4. まとめ

本研究では、大便、小便による洗浄水自浄型トイレ洗浄水質変化原単位を明らかにした。求めた洗浄水質変化原単位による計算値を前任者の運用実験での実測値と比較した結果、COD及びT-Pの浄化性能が大きく改善された一方で、T-Nの浄化性能は悪化していることが明らかとなった。

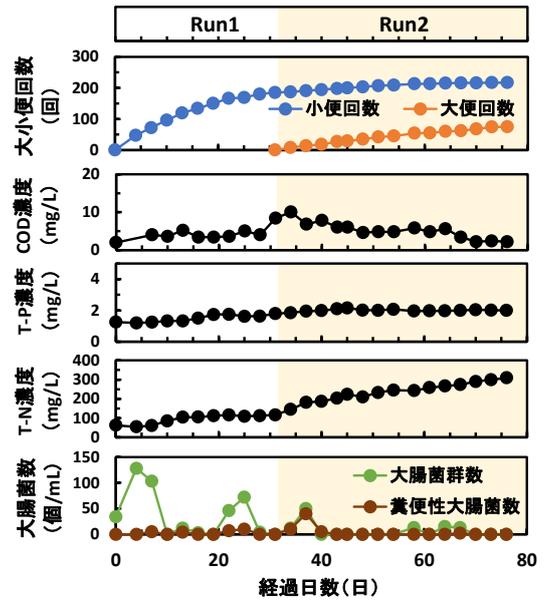


図-2 洗浄水自浄型トイレの洗浄水質経時変化

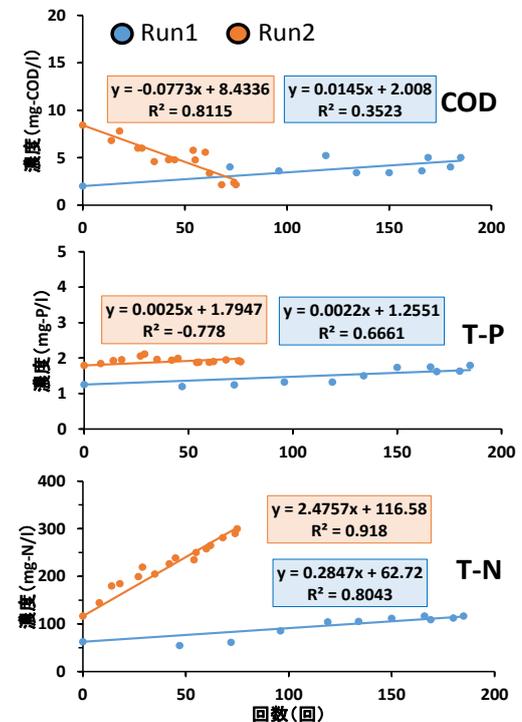


図-3 洗浄水自浄型トイレの水質変化原単位

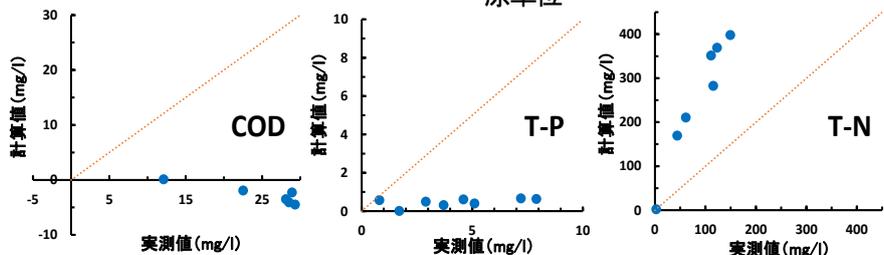


図-4 1年目の洗浄水自浄型トイレの試験運用における実測値と水質変化原単位の計算値の比較