

自立型トイレの水質浄化ユニットの水処理性能の評価

日本大学 学生会員 ○本田 尚也
 日本大学大学院工学研究科 横手 亮太
 日本大学 正会員 中野 和典
 日本大学 非会員 橋本 純

1. 研究背景と目的

水温が低い上に利用者の変動が激しい山岳のトイレは、微生物の維持が難しいため浄化槽の水処理性能が破綻しやすい。そのためバイオトイレが使用されているが、水洗でないことが女性が使用を避ける原因となっている。一方、災害時にはライフラインが寸断されることにより、既設の水洗トイレが使用不可となるが、約9割の人が12時間以内にトイレに行きたくなり、トイレに困ることが日本トイレ協会により報告されている。水洗トイレの洗浄水をその場で直ちに浄化し、洗浄水として再生利用する自立型トイレがあれば、そのようなトイレ問題の解決に貢献できると考え、本研究グループでは2017年に日本大学工学部に自立型トイレの実験機を設置した。その概要を図-1に示す。これまでの2年間の実証実験(運用期間601日)におけるトイレの使用回数は、大便253回、小便642回の計895回である。これまでの実証実験では、再生水タンクの水質をモニタリングすることで自立型トイレの浄化ユニットの水処理性能を評価してきたため、浄化ユニットを構成する固液分離ユニットと水質浄化ユニットそれぞれ単独の水処理性能は不明であった。そこで本研究では、固液分離ユニットから流出する処理水(水質浄化ユニットの流入水)と水質浄化ユニットからの処理水を採水し、水質浄化ユニット単独の水処理性能を評価することを目的とした。

2. 実験方法

2.1 自立型トイレの概要と試験運用方法

図-1に示すように自立型トイレは水洗トイレと浄化ユニットで構成される。浄化ユニットを構成する水質浄化ユニットの1段目のろ床には、ゼオライト資材、ケイ酸カルシウム資材及び砂が重層され、2段目及び3段目のろ床では、それぞれ砂及び活性炭が充填されている。本研究では、固液分離ユニットとしてRun1(602日目から636日目)ではリサイクルガラスろ床を、Run2(659日目から678日目)では不織布ろ床を新しく交換したが、水質浄化ユニットは交換せず、自立型トイレの実証実験を開始した2017年当初のものを継続して使用した。本研究ではこのよう

に継続使用した水質浄化ユニット単独の水処理性能を評価するため、水質浄化ユニットの流

入水と処理水を3日に1度採水し、水質を測定した。測定項目は、大腸菌群数、SS、色度、COD_{Cr}、T-N、T-Pとした。

3. 結果及び考察

自立型トイレの運用期間602～678日におけるトイレ使用回数と水質浄化ユニットの水質浄化性能の経時変化を図-2に示す。固液分離ユニットをリサイクルガラスろ床としたRun1と不織布ろ床としたRun2における大便小便負荷回数の合計は288回であり、実験を終了した678日までの積算回数は1183回に達した。

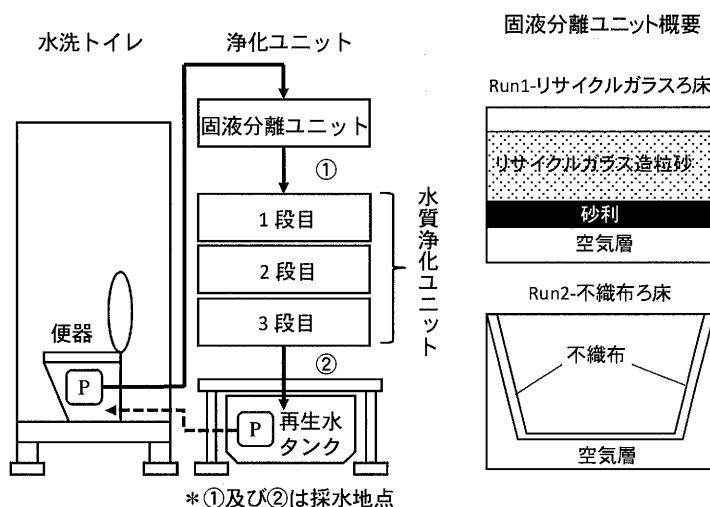


図-1 自立型トイレの概要及び採水地点

キーワード： 自立型トイレ、浄化ユニット、水処理性能、再生水

〒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

大腸菌群数に着目すると、固液分離ユニットの違いに関わらず水質浄化ユニットに流入した大腸菌群数に大差はなかったが、水質浄化ユニット処理水において、Run1 では 1 回、Run2 では 5 回の測定で大腸菌群が検出されており、水質浄化ユニットだけでは衛生的安全性の確保が難しいことが示された。SS に着目すると Run1 と Run2 で流入濃度は異なったが、平均除去率は Run1、Run2 とともに約 90% 以上であり、流入濃度の変化に関わらず 1000 回以上のトイレ排水の処理後も高い除去率が得られた。

色度の平均除去率は Run1、Run2 とともに約 90% であり、高い除去率が得られていたが、Run2 における水質浄化ユニット処理水の色度の平均値は 44 度であり、目視で色が確認できるレベルであったことから、洗浄水の脱色を目的としている 3 段目ろ床の活性炭を交換する時期に来ていることが示唆された。

CODcr の平均除去率は、Run1 では 48% と低かったのに対し、Run2 では 90% に改善された。Run1 の流入濃度の平均値が 175mg/l だったのに対し、Run2 では 1388mg/l と高く、高濃度である方が高い除去率が得られていた。

T-N に着目すると、Run1 と Run2 で流入濃度に大きな差はなかったが、平均除去率は Run1 では 32% であったのに対し、Run2 では 83% に改善されていた。Run2 では流入水の CODcr 濃度が高かったことから、脱窒に十分な有機物が存在していたと考えられ、脱窒が促進されたことで T-N 除去性能が改善されたと推察された。

T-P では Run1 と Run2 で流入濃度は異なり、Run2 の方が流入濃度が高かったが、平均除去率は Run1、Run2 とともに約 90% であり、高い除去率が最後まで維持されていた。

4. まとめ

本研究では、運用期間 602～678 日の自立型トイレの水質浄化ユニットの水処理性能を評価した。大便小便負荷回数は計 1183 回に達したが、SS と T-P の除去率は高いレベルを維持した。CODcr と T-N の除去性能は固液分離ユニットの違いにより異なった。色度の平均除去率は 90% 以上であったが、目視で色が確認されるレベルであったことから、大小便負荷回数 1000 回程度で活性炭を交換する必要性が示された。水質浄化ユニットだけで大腸菌群を抑制するのは困難であったことから、衛生的安全性の確保には、UV-LED 等の殺菌対策が必要であることが示唆された。

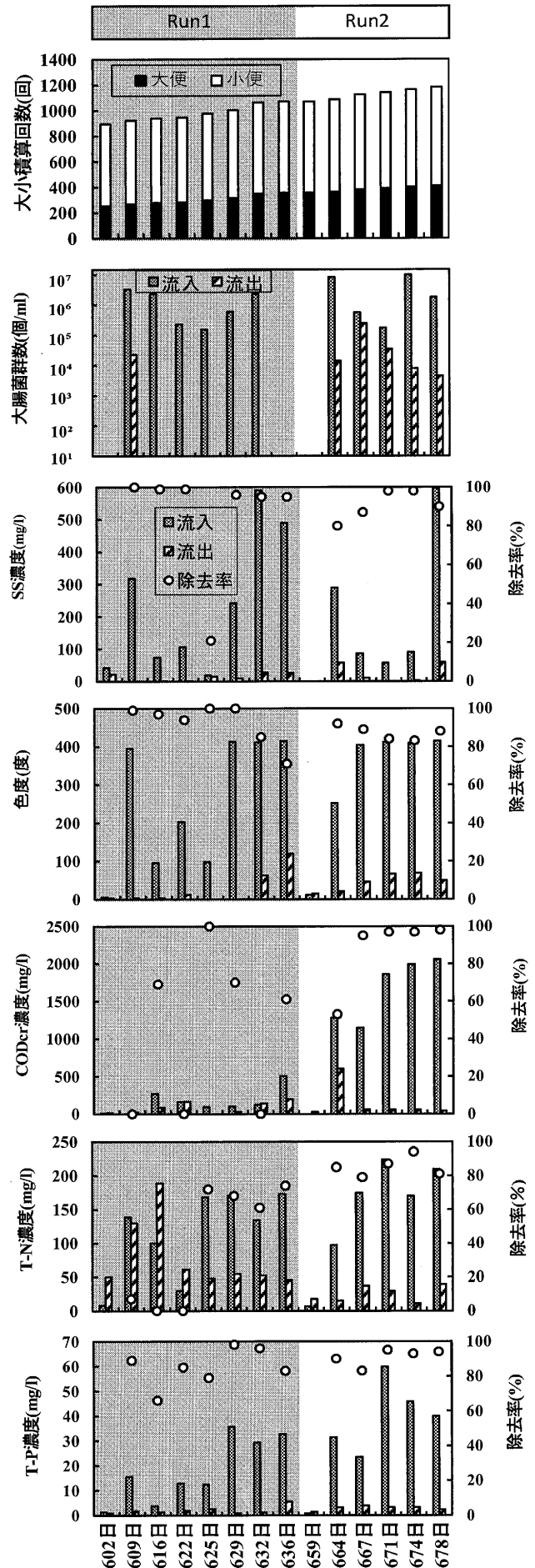


図-2 トイレ使用回数と処理水質の関係