

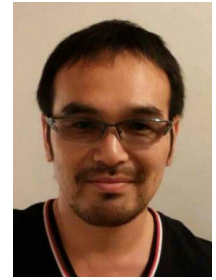
■受領No.1372

コンポストトイレと傾斜土槽法による水を使わない持続可能な循環型トイレの開発 ～発展途上国における新しい衛生設備の提案～

代表研究者

樋口 佳樹

日本工業大学建築学部建築学科 准教授



1. 研究目的

本研究課題は、糞便をコンポストトイレで堆肥化し、尿を傾斜土槽法で処理することで、水道水と電力を一切用いない循環型の非電化トイレを開発することを目的としている。

日本では、尿尿は公共下水道もしくは合併浄化槽による処理が法律で義務付けられている。しかし、発展途上国の多くは未だ浄化設備が未整備となっており、尿尿が河川等に垂れ流しの状態が続いている。コンポストトイレは、乾式トイレ (Dry Toilet) の一つであり、発展途上国のこれからのトイレとして注目されつつある。コンポストトイレを普及させるにあたり、糞便の堆肥化だけでなく、尿の処理方法を確立する必要がある。尿は無害で豊富な栄養塩を含むため、循環させることが望ましい。

一方、傾斜土槽法¹⁾²⁾は、砂利などを充填した斜面に排水を流下させる仕組みであるが、重力を用いることで電力を使わないエコシステムとして注目されている。しかし、畜産排水³⁾や、台所の雑排水の浄化⁴⁾に大きな効果があることが分かっているが、人の尿の浄化については実施例がない。したがって、本研究では、主に畜産排水や雑排水処理に使用される傾斜土槽法に着目し、人の尿がどの程度浄化可能かを検証した。

2. 研究内容

2.1 実験装置

本実験では、竹材による傾斜土槽を使用した。本

システムは、貯留槽と傾斜土槽で構成されており、尿は一旦貯留槽に溜められてから、ゆっくりと傾斜土槽へ流下される (図1)。竹は直径150mm、長さ2000mmの竹を用い、竹の円周の1/5を切断し、節は高さ30mmを残し削り遮水壁として利用する (図2)。竹2本を用いて2段 (計4m) の傾斜土槽装置とした (図3)。担体には、鹿沼土と軽石を使用した。

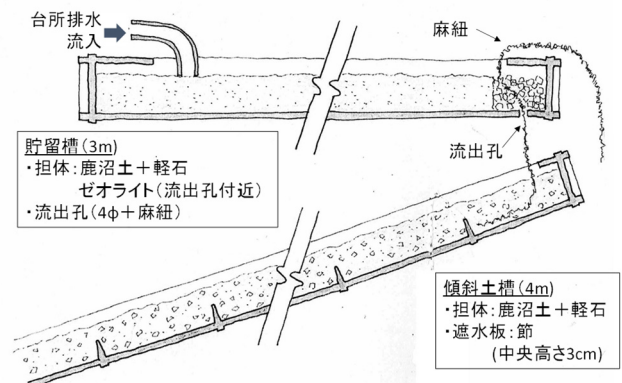


図1. 竹式傾斜土槽システムの仕組み

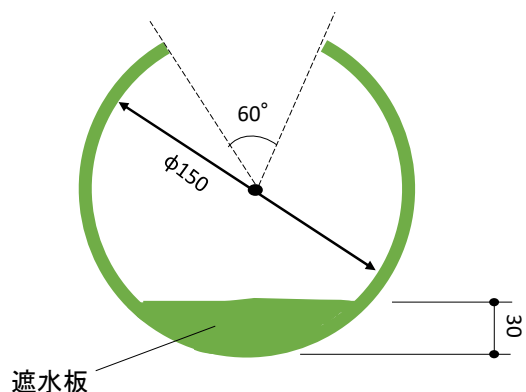


図2. 遮水板 (竹の節) の構造



図3. 実験装置全体

2.2 実験概要

実験の詳細を表2に示す。実験は、夏期(2019年7月12日～9月27日)と冬期(2019年11月5日～12月6日)とした。通水する排水は5倍に希釈した尿とし、1日に5回ずつ通水した。水質検査は週1回実施し、5倍希釈した尿の原水と処理水について、表1に示す項目の水質検査を実施した。

表2. 実験概要

実験期間	夏：2019.7.12～9.27 冬：2019.11.5～12.6.
実測場所	日本工業大学 宮代キャンパス コンポストトイレ実験棟
浄化装置	竹式傾斜土槽システム (図1～3)
担体	鹿沼土+軽石
排水	5倍に希釈した尿
検査日	週1回
通水日	1日5回ずつ週5回(平日のみ)
通水時間	尿を採取した時間
水量	1回：尿量+尿量×4倍の水
サンプル数	処理前の水、処理後の水
検査項目	全窒素・アンモニウム・硝酸・亜硝酸・全リン・ BOD・SS

2.3 実験結果

実験開始1か月半頃に、傾斜土槽の担体から、有機物を多く含んだ所に群生するササクレヒトヨタケが見られた(図4)。原水と処理水を比較すると、透明度が下がり黒く色づいている(図5)。各検査項目の結果を図6に示す。BODの平均除去率は70%であった。原水は日によって大きなばらつきが見られるが、処理水は比較的安定をしていた。全窒素は、全体を通して除去率が低く、尿素から一部がアンモニウム

態窒素や硝酸態窒素へと分解はされているものの、窒素の除去には至っていないことが分かる。8月2日以降、アンモニウム態窒素が増加しており、尿素がアンモニウム態窒素に変わり始めたことがわかる。また、8月30日以降、硝酸態窒素が増加しアンモニウム態窒素が減少しているの、硝化が進んでいるのがわかる。しかし、11月8日を境に、アンモニウム態窒素が増加し硝酸が減少しているため、硝化が進まなくなったと判断できる。これは、冬期になり微生物の働きが弱まったためと考えられる。



図4. 担体表面の様子

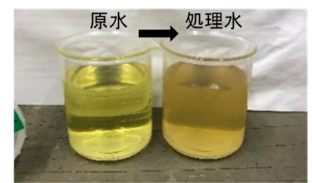


図5. 検水の様子

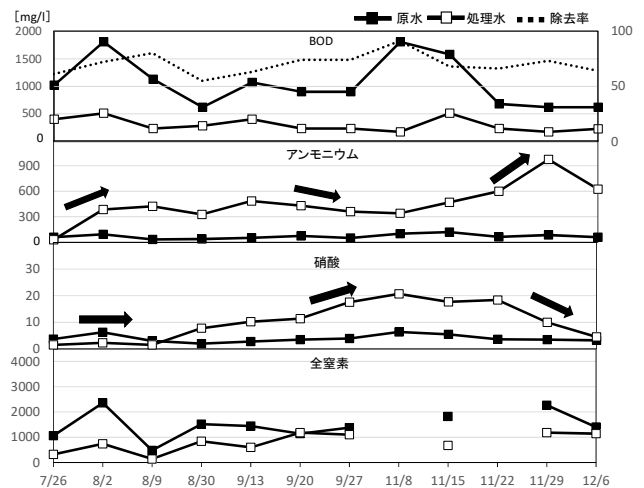


図6. BOD および窒素成分の検査結果

図7に全リンの結果を示す。夏期については、平均除去率が60%程度であったが、11月8日以降は、除去率が徐々に低下し、12月6日には除去されなくなった。これは、鹿沼土の吸着効果の限界と、装置内に蓄積される生成土壌の流出することなどが原因であると推測される。

図8に12月6日における窒素成分の内訳を示す。尿素の除去率が63%であり、約4割の窒素は、尿素として残っている。また、処理水の大半は尿素とアンモニウム態窒素であり、硝化は殆ど進んでいないことが分かる。

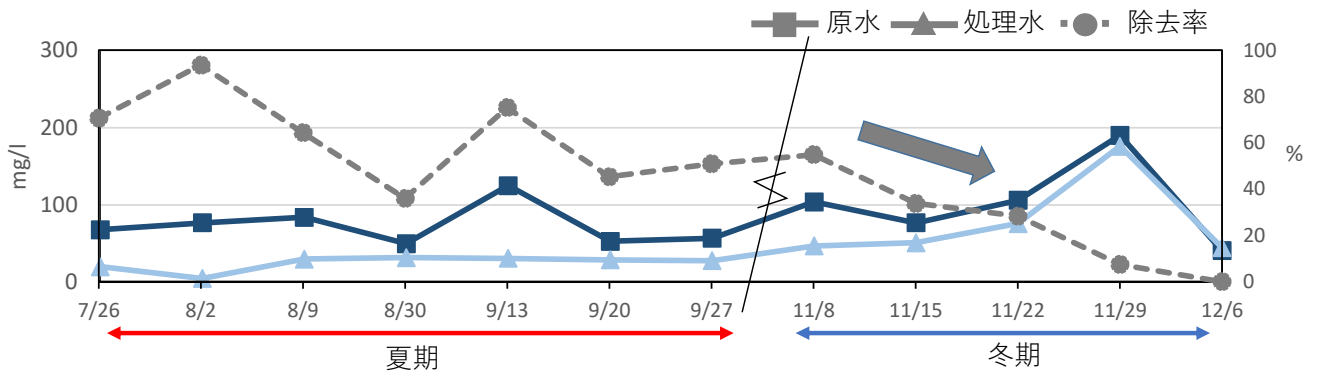


図 7. 全リンの検査結果

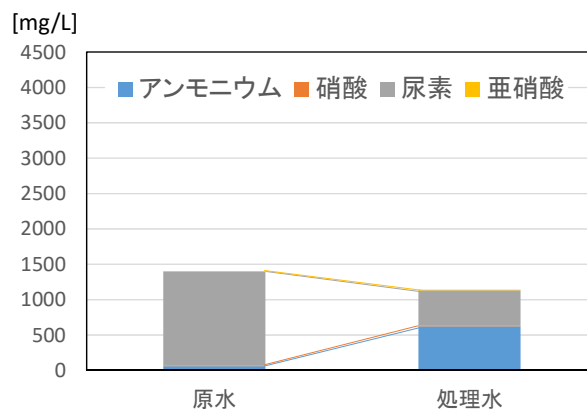


図 8. 12月6日における窒素成分の内訳

2.4 まとめ

傾斜土槽を用いた基礎的な尿の浄化実験を行った。台所排水に比べて、BOD除去率が低くなった。また、窒素については、尿素の分解を促進させる工夫が必要であることが分かった。リンは、装置内に蓄積され、除去効果は徐々に低下することが分かった。今後は、台所排水と尿を混合させた排水で検査することや、ウレアーゼなどの尿を分解する酵素を添加するなどの改善を行うことで、尿を浄化できる傾斜土槽装置を開発する予定である。

- 2) 樋口佳樹, 生地正人: 竹材を用いた傾斜土槽システムの開発および台所排水の性能検証, 水環境学会誌, 2018
- 3) 今雪乾也, 松本良祐, 三谷英嗣: 傾斜土槽法による畜産処理水の浄化(II), 香川畜試報告, Vol45, pp.47 - 51, 2011
- 4) 生地正人, 末次綾: 傾斜土槽法による台所排水の有機性汚濁と栄養塩類の同時浄化, 水環境学会誌, Vol128, No5, pp.347-352, 2005

3. 発表 (研究成果の発表)

本研究は初年度の研究であるため、その成果は、2020年以降に発表する予定としている。

【参考文献】

- 1) 生地正人: 傾斜土槽法による生活雑排水処理, 環境技術誌, Vol31, No12, 2002