

気候および運転条件がコンポスト型トイレのエネルギー消費構造に与える影響

北海道大学 正会員 ○伊藤 竜生

北海道大学 松尾 紀子

北海道大学 正会員 船水 尚行

1. 目的

乾式コンポスト型トイレはおがくずを担体としてし尿を処理するトイレであり、これまでの排水処理とは違い排出源でし尿を処理するため、し尿を輸送するためのパイプや水が不必要、好氣的に有機物を分解することにより不快な臭いが無い、分解残渣はコンポストとして再利用可能、生ゴミなどの有機性廃棄物も処理可能、および反応槽を高温に保つことにより雑菌を死滅するなどの特徴がある。また、人間の排泄物の約 90%は水分であり、これを適切に蒸発することでこの減容化および好気条件を保つことができる。しかし、水分の蒸発を促進および反応槽を高温保持のためにヒーターによる加温を行っており、このエネルギー消費が大きいことが課題となっている。我々のこれまでの研究では、秩父においてヒーターからのエネルギーの 60%は水分の蒸発潜熱として使用されているが、残りは反応槽に供給された空気を暖めるために用いられていることがわかっていてる。また、空気の温湿度が乾燥速度に影響することは自明であることから、このトイレを設置する地域の気候条件によってエネルギーの消費構造が変わることが推察される。そこで本研究では、北海道大学構内に設置されたバイオトイレのエネルギー消費構造を明らかにし、その気候および運転条件がそれに与える影響について検討を行った。

2. 実験方法

図1に本研究で用いたバイオトイレ(正和電工社製 S-50)の模式図を示す。水分の蒸発速度を明らかにするため、便器および反応槽排気口付近に温湿度センサを設置した。換気風量はあらかじめ排気塔内の風速分布を熱式風速計により測定した。投入されたエネルギー量を測定するため、ヒーターに消費電力計を設置した。得られたデータより、図2に示すようなエネルギー収支が成り立つと仮定して、各成分についてのエネルギー量を算出した。その次に系内に投入されたエネルギーに対する水分の蒸発潜熱をエネルギー効率として求めた。対象期間の運転条件を表1に示す。毎日の使用量は15人と仮定し、3L/日となるよう水を投入した。

3. 実験結果

3. 1 エネルギー消費構造

本トイレは屋外に設置されたため、冬は氷点下、夏は30度以上になった。相対湿度は日によってばらつくものの、50~60%程度であった。反応層からの排気温度は約3℃、湿度は10%ほど高かった。含水

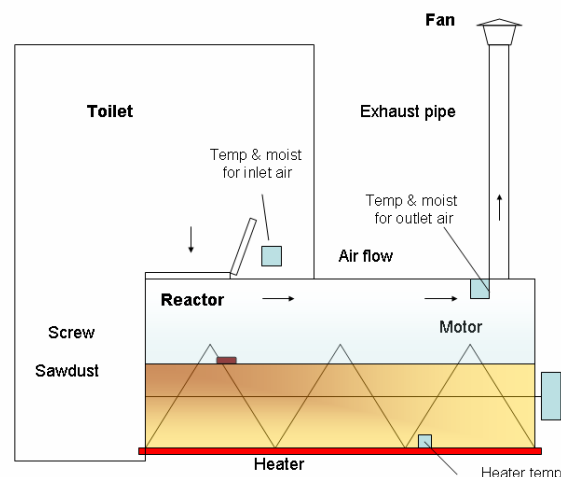


図1 コンポスト型トイレの概要図

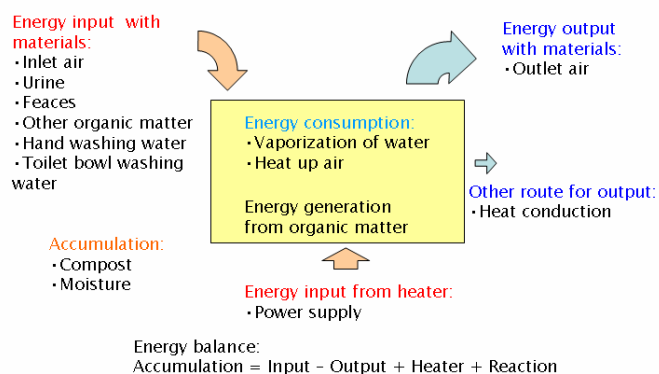


図2 エネルギー収支

キーワード 乾燥能、エネルギー効率、エネルギー消費構造、コンポスト型トイレ

連絡先 〒060-8628 北海道大学大学院工学研究科 TEL011-706-6273

表 1 運転条件

日付	設定温度[℃]	換気量[m ³ /h]	攪拌間隔[min]	米ぬか
2006/1/18～4/11	50	32	120	なし
2006/4/11～5/2	45			
2006/5/2～6/4	55			
2006/6/4～7/20				あり(900g/day)
2006/7/20～11/28				なし
2006/11/28～12/24				あり(310g/day)
2006/12/25～	あり(900g/day)			

率は約 40~50%と安定していた。次にエネルギーの消費構造を図 3 に示す。0°Cを基準温度としたため、換気に伴うエネルギーの移動が大きなものとなった。しかし、これらの流入と流出の差はほぼヒーターからのエネルギー量に等しかった。つまり、投入されたエネルギーはほとんどが水の蒸発および空気の加熱に用いられたといえる。また、残りは反応槽の表面からの放熱など換気空気以外への熱の移動量だと考えられる。

3. 2 運転条件がエネルギー効率に与える影響

図 4 にエネルギー効率の推移を示す。ヒーターの設定温度、換気量、攪拌間隔および米ぬか投入のエネルギー効率への顕著な影響は観察されなかった。

3. 3 気候条件がエネルギー効率に与える影響

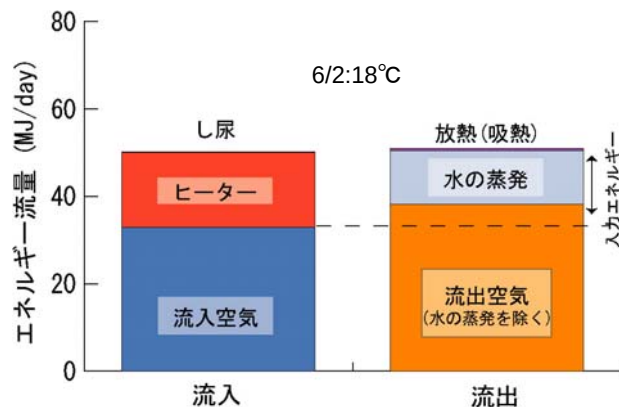
図 4 より、夏に効率が大きく、冬に効率が低くなっていることから気温や湿度の影響が推察されることから、次式で表される乾燥能を定義した。

乾燥能 = (そのときの水蒸気圧) / (その温度における飽和水蒸気圧)

その結果、図 5 に示すような関係が得られ、エネルギー効率は乾燥能で評価されることがわかった。この結果から、夏に乾燥する札幌ではエネルギー効率は非常に良くなるが、冬は気温が低いことによる低乾燥能のため効率は著しく悪くなることがわかった。また、関東、沖縄、熱帯地域と気温が高くとも、湿度も高くなるため乾燥能の差は小さく、同程度のエネルギー効率が期待される。

4. まとめ

コンポスト型トイレにおける運転条件のエネルギー効率に対する影響は観察されなかった。屋外設置のトイレにおいて、エネルギー効率を乾燥能により評価することが可能となった



入力エネルギー=ヒーター供給熱+米ぬかの分解熱

図 3 エネルギー消費構造

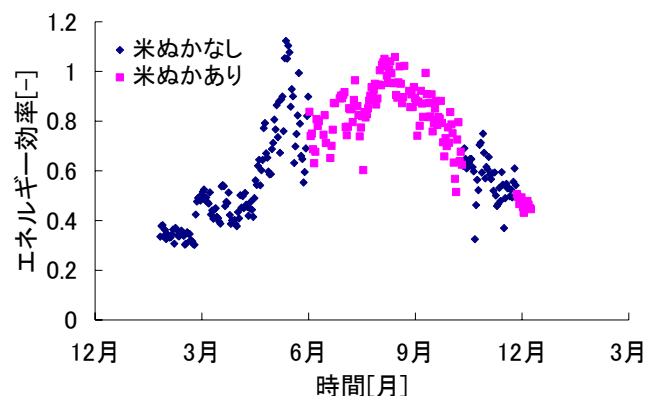


図 4 エネルギー効率の推移

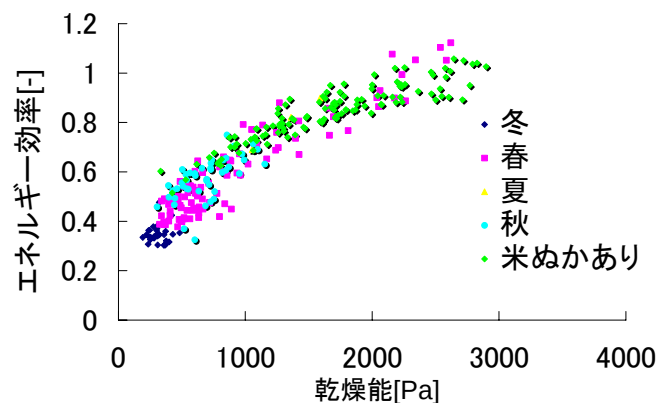


図 5 乾燥能のエネルギー効率に対する影響