

2008年3月7日

第10回山のトイレを考えるフォーラム講演

先端技術としてのドライトイレ

(水を使わないトイレ)

講師

船水 尚行

(ふなみず なおゆき)

【現職】 北海道大学大学院工学研究科

環境創生工学専攻サニテーション工学研究室 教授（工学博士）

【略歴】 1953年生まれ。1972年北海道大学入学。1978年北海道大学大学院工学研究科衛生工学専攻修士課程を修了後、直ちに助手として採用。以来、講師、助教授を経て現職に至る。

1995年から1996年米国カリフォルニア大学に客員助教授で留学

【活動内容】排水の再利用の研究及び排水分離分散型処理システムに関する研究を二つの大きなテーマとしている。「持続可能なサニテーションシステムに関する分野の研究」が評価され科学技術振興事業団戦略的創造研究推進事業(CREST)の研究代表者として活躍。

最先端技術としてのドライトイレ(水を使わないトイレ) 北海道大学工学研究科 船水 尚行

世界の水の危機

いま水の危機が広く世界で叫ばれている。その理由として次の事項が挙げられている:

- 世界中で約10億人の人々が安全な飲み水を得ることができない。
- 約24億人の人々が適切な衛生状態におかれていらない。
- これから25年間に人口はさらに20億人増加する。これらの人たちは貧困に苦しめられる運命にある。
- 世界で発生する排水の90%は不完全な処理または全く処理されないで排出されている。
- 開発途上国における疾病の80%, 死亡原因の25%は汚染された水に起因している。

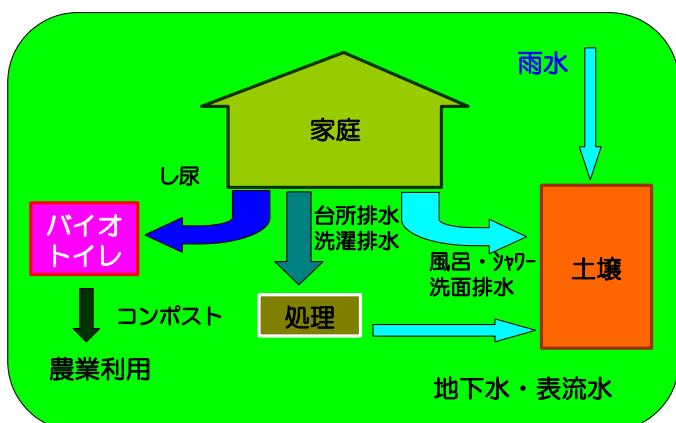
水に起因する病気が多いことに注目してもらいたい。病原性微生物はヒトのし尿中に多く存在しており、し尿の処理や管理を行うサニテーションシステムの重要性が認識されている。国連は Millennium Development Goals の中で「安全な飲み水と適切な衛生設備の無い人たちを 2015 年までに半減させる」という目標を設定し、取り組みを開始している。2008年は国際衛生年である。

なぜ、新しいサニテーションシステムか

現在の下水道の技術によって世界の水危機を救うことができるか? 答えは「No」であろう。その理由は(1)上質の水道水を糞尿の輸送に用いることができる地域は限られていること、(2)下水道を世界中に建設することは、世界の財政規模を超えたものになること、特に下水管の費用が多大であることである。これは、パイプを用いない、「集めない」システムの必要性を意味する。また、(3)下水処理で発生する汚泥には有用成分と有害成分が同時に含まれているため、有効利用が難しいこと、(4)各種排水を混ぜて処理しているため高度な技術を必要とすることも挙げられる。排水を「混ぜない」で処理する必要がある。

「混ぜない」、「集めない」システム

私たちは、図一1のような「混ぜない(排水分離)」、「集めない(分散型)」、新しいサニテーションシステムの開発研究を行っている。本研究では(1)非水洗型のトイレによるし尿を水循環系からの分離、(2)し尿と厨芥のコンポスト化と物質循環ルート確立、(3)し尿以外の生活雑排水の簡易な処理の実現を目指している。また、新システム導入を多くのアジア諸国が抱える社会問題とリンクさせ具体的に検討し、実質味のある国際援助への道を日本発の技術により開こうとしている。



図一1 分離・分散型排水処理システムのイメージ図



写真一1 インドネシアのイスラム学校(Pesantren Daarut Tauhiid)に設置したコンポストトイレ(Photo by Dr.Neni)

スラムの人たちに最先端のトイレを

イスラム文化と水を使わないトイレ：イスラム学校での経験

インドネシアのイスラム文化では、排便後紙を使わずに体を水で洗浄し、かつ、し尿を水で流す。また、し尿から資源を回収するという経験もない。そこで、日本からコンポスト型トイレ（写真一1）を持ち込み、3年間にわたって利用してもらった。その結果、水を使わないトイレでも十分に受け入れられるという感触を得ることができた。しかし、現状の尿と糞便を同時に処理するトイレでは、水分の蒸発のための電気代が高いことも明らかとなつた。

スラムにおける調査も行った。スラムではし尿を川へ直接放流する共同トイレなどが使用され、スラム内の河川や地下水のし尿汚染が確認された。また、家計調査も実施し、新規のトイレには約400万ルピア（日本円で約4万円）、トイレの維持管理には月に1.5～5万ルピアが支払い可能という結果を得た。

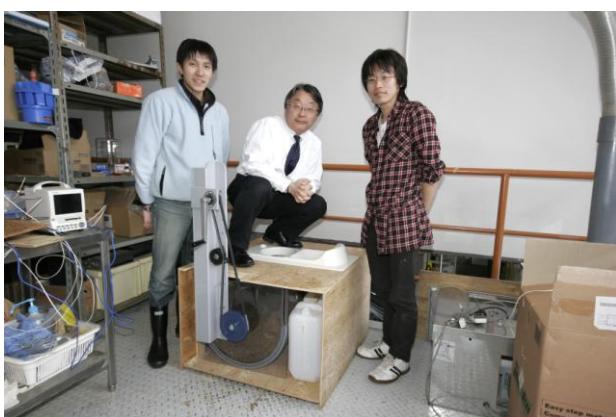
安いトイレを作る

安いトイレを作ることが課題となった。維持管理費用を安くするために、電気不要（手回し攪拌）な仕組みとし、尿はポリタンクに貯留／回収、糞便はコンポスト化後回収するトイレを目指した。技術的な課題は1)子供でも使用後の攪拌が人力で可能、2)糞便のコンポスト化を適切に進め悪臭の発生を抑える、ことにあつた。反応装置の形、攪拌に必要な力の計測等を実施し、写真一2のようなトイレを試作した。使用実験により、3～6ヶ月間おがくず交換無しで運転可能であることを確認した。ただし、試作トイレのコストは700万ルピアとなった。低コスト化が課題である。もう一つの課題は、尿とコンポストの回収の仕組みであった。これについては、スラムにおけるごみ収集の仕組みの利用を検討し、現在トイレの維持管理に用いている費用で回収の仕組みができることが確認された。

課題

低コストでかつ肥料を回収できるトイレを作るには、分離した尿をどうするか？糞便のみをコンポスト化する場合にどれだけ水を加えてもよいか？この二つの質問に答える必要がある。分離した尿は(1)水で薄めて液肥として用いる、(2)尿を濃縮して体積を減らしてから回収し、肥料を作るの二つの方法が考えられる。今、尿をいかに自然エネルギーを用いて濃縮できるか検討中である。また、糞便からコンポストを作る場合にどれだけ水を入れてもよいか、水はトイレからどれだけ蒸発するか、気候条件との関係を整理しているところである。

分離分散型・資源循環型のサニテーションシステムは、先進国においては将来の持続可能な自然共生型生活排水処理法として、途上国においては直面している安全な水へのアクセスと水域汚染問題を改善する有効な方法と考えている。



(a) 試作機と伊藤助教、船水、山崎君(MC2年)



(b) トイレに設置したコンポスト反応槽

写真一2 試作した手回し式し尿分離コンポストトイレ