

## 在宅避難のための災害用乾式トイレの開発

Development of Dry Toilet as a Disaster Preparedness for Home Evacuation

日本工業大学 准教授 樋口 佳樹

### (研究計画ないし研究手法の概略)

#### 1. 研究の背景と概要

本研究は、乾式トイレを家庭における災害時の備えとして利用することを提案し、災害後も自宅で過ごすことのできる住まいの実現を目指すものである。日本において災害用トイレの備蓄率を上げることは急務であり、仮設トイレなどが設置されるまでの期間（3日から1ヶ月程度）に、自宅のトイレで排泄が可能となれば、避難所のトイレの負荷削減にも寄与し、非常に大きな意義がある取組みである。

本研究は、2つのテーマに分けられ、はじめに、「災害用乾式トイレの改良」に取り組み、次に、「乾式トイレの継続利用可能日数の検討」を行った。

#### 2. 災害用乾式トイレの改良

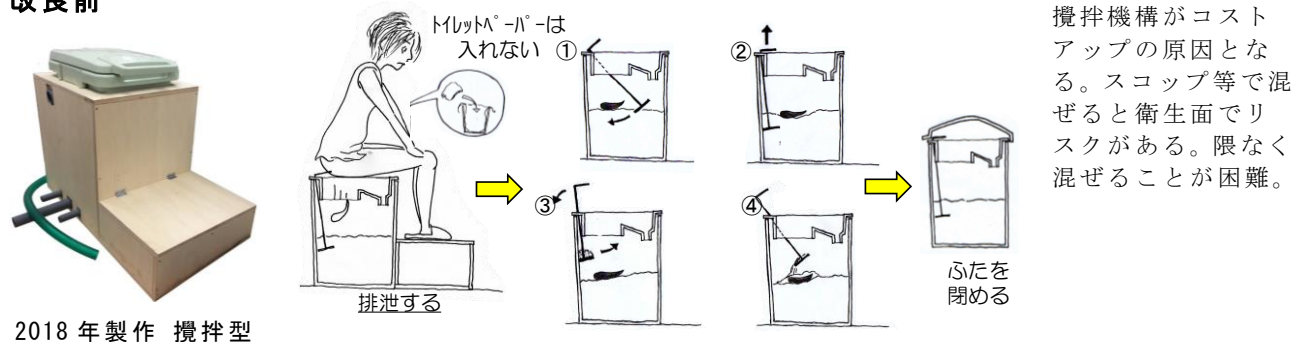
##### 2.1 概要

筆者らは、安価で製作が容易な攪拌型コンポストトイレを製作したが、攪拌するためのコストアップや攪拌で生じる衛生的問題が課題であった（図1上）。したがって、本研究では攪拌しない積層型のコンポストトイレによる性能検証を行った。

##### 2.2 設計概要

攪拌をしなくてもすむ、在宅避難用として活用できる積層型コンポストトイレを考案した（図1下）。排泄後に攪拌せず、腐葉土をかけて糞便を覆い隠す運用とした。また、2槽

#### 改良前



#### 改良後

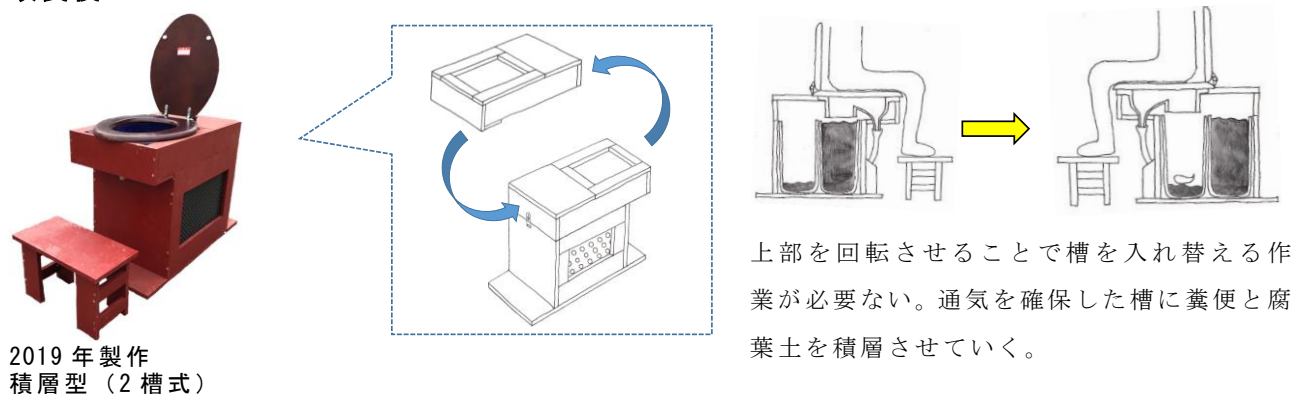


図1. 改良前と改良後のコンポストトイレ

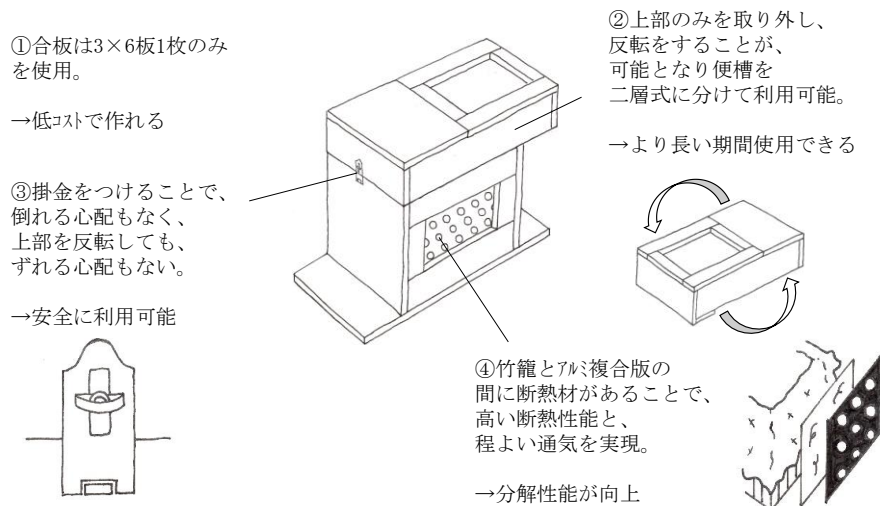


図2. 改良したコンポストトイレの特徴

式とすることで、糞便を少量の腐葉土で確実に覆い隠すことができる。また、片方の槽が満杯になったら、上部のみを取り外し回転させることで、2槽目が使用可能となる。これにより、槽の入れ替え作業を行わなくてよいため、衛生面でも安全性が確保できる。

### 3. 乾式トイレの継続利用可能日数の検討

#### 3.1 実験概要

排泄後に土をかけて積層させる積層型コンポストトイレが災害時に利用可能かを検証した。二層式の処理槽(図1下)で実験を行い、2週間ごとに槽を入れ替えた。実験は、災害時の断水復旧の目安である約1ヶ月間<sup>2)</sup>を想定し、1日の排泄回数を4人程度<sup>3)</sup>とした。1日あたりの平均投入量は夏期 561g/日、3.6人/日、冬期 362g/日、3.4人/日であった(図3)。

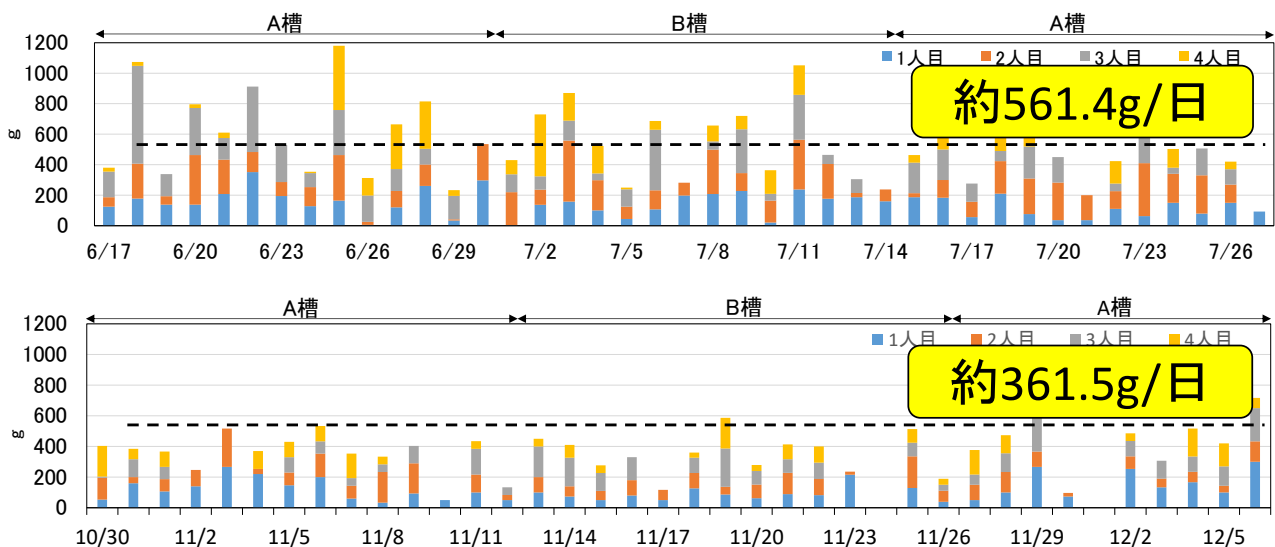


図3. 夏期と冬期の日ごとの糞便投入量(上:夏期、下:冬期)

#### 3.2 においの分析

臭気強度におけるアンケートの申告で「強いにおい」と答えた人の割合は、夏期 14%、冬期 2%であった(図4)。また、「強いにおい」と回答した人は大半が被験者Cと被験者Kであり、

□無臭 □ややと感知できるにおい □何のにおいか分かる弱いにおい □急に感知できるにおい ■強い

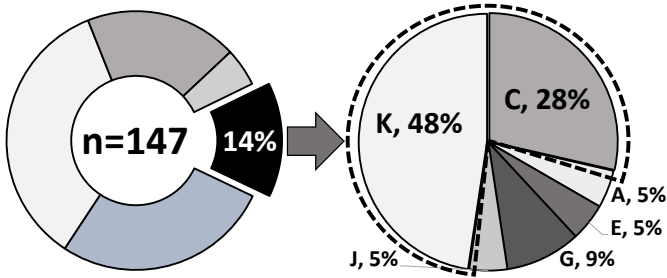


図4 においの強さにおける申告と「強いにおい」と回答した人の割合(夏期)

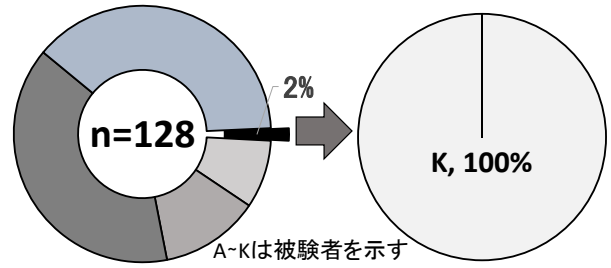


図5 においの強さにおける申告と「強いにおい」と回答した人の割合(冬期)

特定の人に限定されていた(図4,5)。

### 3.3 槽内温度の推移

実測開始1ヶ月後から3日間の室内、外気、槽内温度の関係を図6に示す。夏期は槽内の最高温度が40℃近くまで上昇したが、冬期は槽内の温度あまり上昇しなかった。

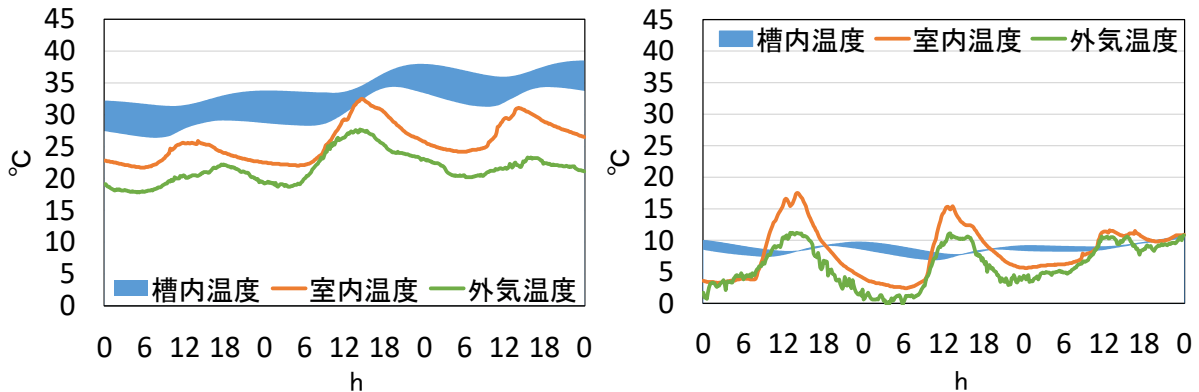


図7. 排泄直後からのにおいの強さの推移

### 3.4 蒸発と分解

1槽目の堆肥重量は槽の入れ替え後の2週間の未使用期間で1.3kg減少した(図8)。実測終了日までの糞便投入量合計は夏期23.0kg、冬期19.2kgであったのに対し、最終日の堆肥重量は夏期9.8kg、冬期15.8kgであった。夏期は57%、冬期は18%が分解、蒸発された。また、2016年度に行った攪拌型による実験との比較では、攪拌型の方が処理率が高いことが分かる(図9)。

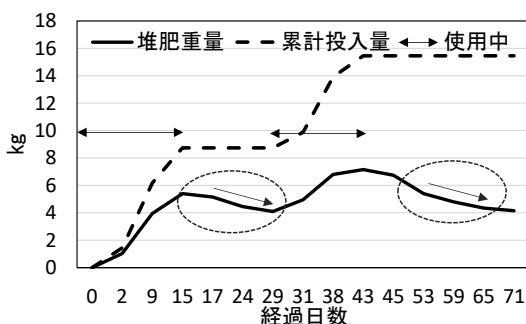


図8 堆肥重量と累計投入量(夏期実験A槽)

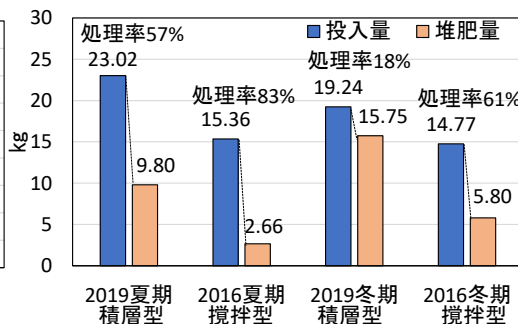


図9 合計投入量及び攪拌型との比較

### （実験調査によって得られた新しい知見）

本研究で試作した積層型コンポストトイレで、1ヶ月の継続利用が可能であることが分かった。また、二層式にしたことで、片方の槽の未使用期間に重量を減少させることができた。これにより、二層式にすることは長期間の利用に有効であると云える。しかし、2016年に行った攪拌型の実験との比較では、分解率が25%程度減少する結果となったため、攪拌をしないことで槽の容量が増えることが分かった。

1人~2人用の小型積層型コンポストトイレは、分解量が減少するものの、4人家族で継続利用が可能であり、かつ、攪拌する手間や攪拌機構を省くことでコストを抑えられるため、在宅避難用トイレとしての役割を担う可能性があるかと判断できる。

また、においの分析においては、6段階臭気強度の申告は個人差によるものが大きく、排泄間隔や実測時期・季節による影響はほとんど見られなかった。

### 【参考文献】

- 1) Yoshiki Higuchi、Introduction of Compact Compost Toilet as a Disaster Preparedness to Detached Housing in Japan, International Dry Toilet Conference 2018, Proceedings, Tampere ,Finland
- 2)野口夏美:大地震後の自宅滞在型避難生活に関する研究 その3, 日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.889-890, 2016
- 3)山内大助他:資源循環型住宅システムの開発研究, その7 水まわり、節水型機器の負荷削減・経済効果の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp. 471-472, 2005年

### （発表論文）

2020年発表予定