

# バイオトイレ内の発酵における土中温度変化

宮城県仙台二華高等学校 高校生 阿保 伸堯

宮城県仙台二華高等学校 教諭 地主 修

## 1、研究概要

我々が通う仙台二華高等学校では、カンボジア・ベトナム(メコン川流域)をフィールドとしたグローバルスタディ・課題研究の授業が展開されている。アンコールクラウ村ではトイレが十分に普及しておらず、森林の中での排泄を余儀なくされているという人もいるという状況である。ゆえに衛生面での課題があり、それが原因で病気になるという人も多い。

加えて、カンボジアではトイレを設置するハードルが高い。その理由としてあげられるものは、

- アンコールクラウ村周辺の遺跡を保護する、アプサラ機構による制限→許可をとるのに手間がかかる
- 現地の人々の給料が日本に比べてかなり安い(平均収入:\$230.3/月)ゆえに、トイレを設置できない。

そこで、設置コストが低く、家庭でも製作可能な「バイオトイレ」を設置することを提案する。

### 〈メリット〉

- 地面を掘る必要がないため、アプサラ機構に許可を取る必要がない。
- 排泄物を分解してできた副産物を堆肥として利用可能。
- 従来のトイレよりコストを抑えることが可能。
- 水を必要としない。

### 〈デメリット〉

- 完全な発酵が行われないと、排泄物の寄生虫や菌が残ったままで農地に撒かれてしまう。
- 人糞に対する忌避感が発生する。
- 定期的な攪拌が必要、管理に手間がかかる。

バイオトイレは製作途中の段階であり、十分に好気性発酵が継続し、トイレが稼働する条件を調査している段階である。本発表ではその条件を調査すべく、対照実験を行った結果を記す。

## 2、条件の調査方法

・1 - 油かす量別のバイオトイレ内の温度変化の調査  
目的: 油かす(トイレ内のカロリー)がどのようにバイオトイレの温度変化に影響を及ぼすか調べる。  
下の材料を混ぜて発酵させ、土中の温度を計測した。

### ・変化させない条件

- ・土 19000gWet(含水率59%)
- ・粃殻 950g
- ・水 3500g
- ・馬糞 500gWet

### ・変化させる条件

- ・油かす 0g / 500g / 1000g / 2000g

・2 - ドッグフード量別のバイオトイレ内の温度変化の調査  
目的: 排泄物に含まれるカロリーを変化させ、温度変化への影響を調べる。人糞の代替として、ドッグフードを使用した。  
下の材料を混ぜて発酵させ、土中の温度を計測した。

### ・変化させない条件

- ・土 19000gWet(含水率59%)
- ・粃殻 950g
- ・水 3500g

### ・変化させる条件

- ・ドッグフード 0g / 600g / 1200g / 2400g
- ・油かす 500g(ドッグフード0gの箱のみ)

・3 - 投入材料別のバイオトイレ内の温度変化の調査  
目的: タンパク質と炭水化物では、どちらが好気性発酵を持続させられるか調査する。

### ・変化させない条件

- ・土 23.66kgWet(含水率50%弱)
- ・粃殻 900g
- ・水 3000g

### ・変化させる条件

- 1- 鶏むね肉 1600g(2976kcal) + 油粕 1000g(2763kcalと仮定)
- 2- 炊いた米 2000g(2940kcal) + 油粕 1000g
- 3- 鶏むね肉 1600g
- 4- 炊いた米 2000g

菜種油(9.21kcal/g)が3割残存すると仮定  
実験1→油粕2000gで最高温度を記録  
ここでは油かす1000g分のカロリーを他の材料に置き換えた。

上記の条件で実験をおこなった。

実験1 : 2019/8/16 ~ 2019/8/21

実験2 : 2019/9/12 ~ 2019/9/12

実験3 : 2019/12/2 ~ 2019/12/11

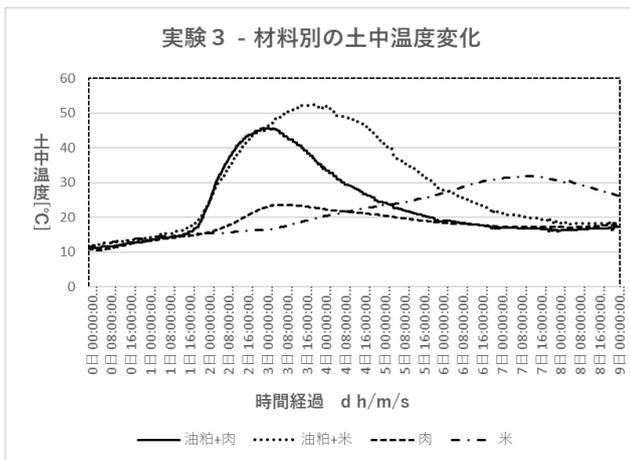
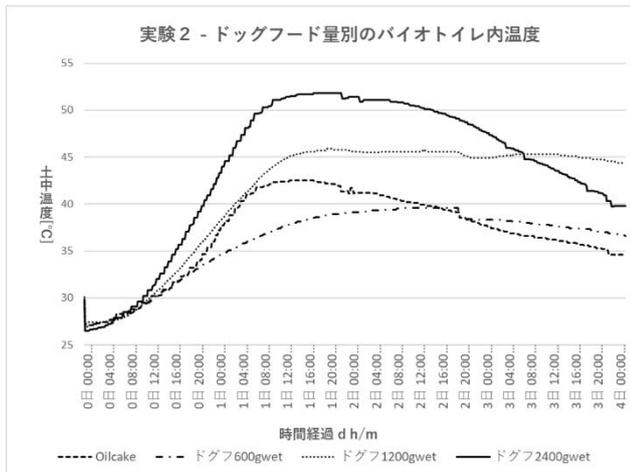
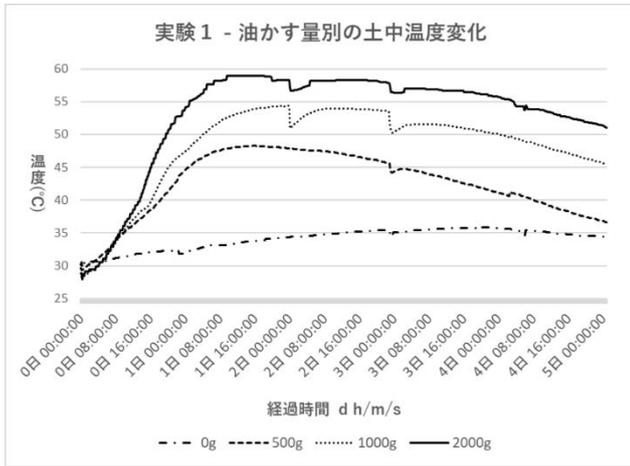
仮説1 : 油かすが多いほど、土中温度は上昇する。

仮説2 : ドッグフード(疑似人糞)が多いほど、土中温度は上昇する。

仮説3 : 米を入れたボックスのほうが温度が上昇する。

キーワード : バイオトイレ、トイレ、排泄物、発酵、温度

連絡先 : 〒984-0052 宮城県仙台市若林区連坊1丁目4-4番1号



### 3、実験結果

実験 1～3 終了後、結果を縦軸→温度、横軸→時間経過としてグラフにまとめると、上のようなグラフになった。

〈実験1〉

- 最大値は 58.9°Cであった。
- 事前に立てた仮説は正しかったといえる。

〈実験2〉

- 最大値は 51.8°Cであった。
- 事前に立てた仮説は正しかったといえる。
- ドッグフードを1200g 投入したボックスでは、土中温

度は他より長い時間温度を持続している。

〈実験3〉

- 最大値は 52.3°Cであった。
- 事前に立てた仮説は正しかったといえる。
- 油粕を投入したボックスのほうが、大きな温度上昇が見られた。米のみ投入したボックスは他よりも遅れて発酵が始まっている。

### 4、考察

- 実験3グラフより、米のほうがタンパク質を多く含む肉よりも好気性発酵を持続させられていることがわかる。米のほうがバイオトイレには適している
- 土中に含まれるカロリーが高いほど、より好気性発酵を活発にする。

### 5、今後の展開

- 50°C～55°Cまでの温度上昇では、人糞中に含まれる細菌を死滅させるのには不十分である。目標としては65°C～75°Cまでの温度まで土中温度を上昇させられるように新たな条件で実験を行いたい。
- これまで段ボールを使ってきたボックスの材質を変え、保温性を変えてみる
- 野菜や葉をトイレに投入して実験をおこなう
- 人糞を用いた実験を行いたい、人糞の入手が難しい。自分で用意して実験を行うことも可能ではあるものの、やはりためらいの気持ちは大きい。
- フィールドであるメコン川流域周辺の地域では、使用できる材料も限られているうえ、なるべくコストを抑える必要がある。一般家庭が簡単に製作できるという前提のもとでバイオトイレに最適な条件を導き出したうえで、それを現地でも使用できるよう、改良していきたい。
- 2022 年には、実際に製作したバイオトイレを現地の家庭に設置し、その評価を聞きたい。バイオトイレの前段階として、生ゴミ処理機を製作して設置することも考えたが、生ゴミを再利用しているため、処理するような生ゴミは少ないらしい。

### 6、参考文献

- 1、バイオトイレについて/正和電工株式会社  
<http://www.seiwa-denko.co.jp/eco.html>
- 2、水とトイレの課題/ウォーターエイド  
<https://www.wateraid.org/jp/crisis>