

## バイオトイレにおける病原微生物感染リスクの実験的研究

Experimental research of pathogenic microorganism risk in composting toilet

9930105 大江 華・大瀧雅寛

Hana OE and Masahiro OTAKI

お茶の水女子大学 環境工学研究室

### 1. はじめに

近年、水を使わないバイオトイレが注目されている。このトイレは、多孔性物質(おがくず)を人工土壌として用い、微生物による好気性分解により屎尿を水、炭酸ガス、無機物に変えるものである。これは下水設備を必要としないのでベットのそばにおいて使用することができ、介護用としても利用可能である。また富栄養化の原因となるリンや窒素の排出がなく、処理後の残さ物の堆肥化が可能であり水環境への栄養塩負荷が少なくなるという利点がある。

しかし、長時間同じ場所に滞留させるために病原微生物の発生源になりかねない。そこで本研究ではバイオトイレの衛生上の安全性を調べるために、モデル微生物を使用して、バイオトイレにおける微生物の挙動を調べた<sup>1)</sup>。

### 2. 実験

#### 2.1. 使用担体

実し尿を処理したバイオトイレから採取した実使用担体

#### 2.2. 使用モデル微生物

ウイルスの挙動を調べるためにモデルウイルスとして次の大腸菌ファージを用いた。

F 特異 RNA 大腸菌ファージ Q $\beta$

DNA ファージ T4

#### 2.3. 抽出法

抽出液(3 w/v% ビーフエキス液 pH9.5)により担体に吸着した微生物を液層に抽出し、液中微生物を寒天培地により測定する方法にした<sup>2)</sup>。

#### 2.4. ファージ測定法

ホストとして *E.coli* K12 F $^+$ (A/λ)を用いた2層寒天培地法によるブラック法を用いた。

#### 2.5. 実使用担体を用いたバイオトイレ模擬装置(北海道大学装置 (Fig.1))内の微生物の挙動観察実験

実使用担体を用いたバイオトイレ模擬装置内に大腸菌ファージ Q $\beta$  を投入し、担体が中含水率状態(含水率:約 50~58%)と高含水状態(約 59~72%)で一定設定温度下(35, 40, 45, 50°C)における微生物濃度の変化を調べた。なお空気を 50ml/min で供給し、担体採取前に攪拌した。

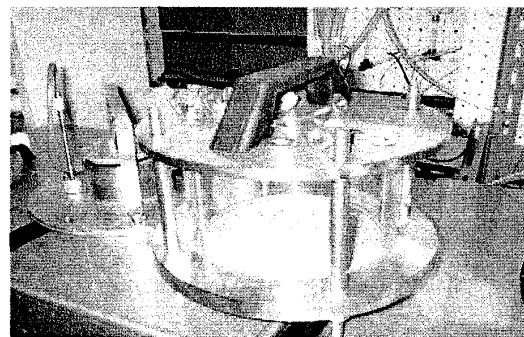


Fig.1 Composting Toilet in Hokkaido Univ.

#### 2.6. 実使用担体を用いたビーカー内での微生物挙動観察実験

実際にバイオトイレで使用した担体(北海道大学提供)を用い、これに大腸菌ファージ Q $\beta$  又は T4 を投入した。空気供給はなく、担体採集前に攪拌した。以下のような実験を行った。

実験 1 : 担体の温度を一定の温度(35, 40, 45, 50°C)に保ち、担体に水分を加えない通常状態(含水率:約 41~47%)と、これに水をえた高含水状態(約 69~71%)時の微生物の濃度変化を調べた。

実験 2 : 温度一定(50°C)下で含水率(35, 43, 56, 70%)と変えて、大腸菌ファージ Q $\beta$  の濃度変化を調べた。

### 3. 結果

#### 3.1. 実使用担体を用いたバイオトイレ模擬装置内の微生物の挙動観察実験結果

Fig.2 にバイオトイレ模擬装置内における  $Q\beta$  の不活化反応速度定数の温度依存性を示す。

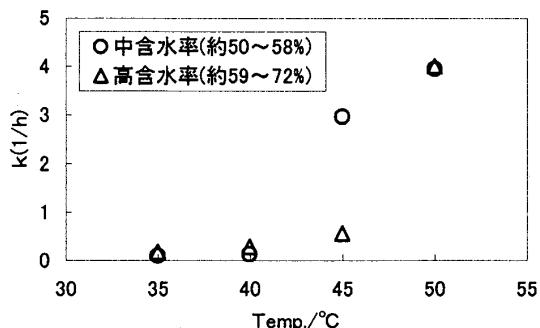


Fig.2 Temperature dependency of rate constant of  $Q\beta$  in actual media of composting toilet

45°Cを除いては含水率の違いに関係なく、ほぼ同じ反応速度定数となった。

### 3.2. 実使用担体を用いたビーカー内での微生物挙動観察実験結果

#### 実験 1 の結果

Fig.3,4 に  $Q\beta$ , T4 の反応速度定数の温度依存性を示す。

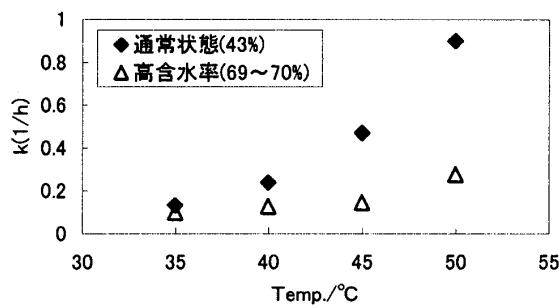


Fig.3 Temperature dependency of rate constant of  $Q\beta$  in actual media in beaker

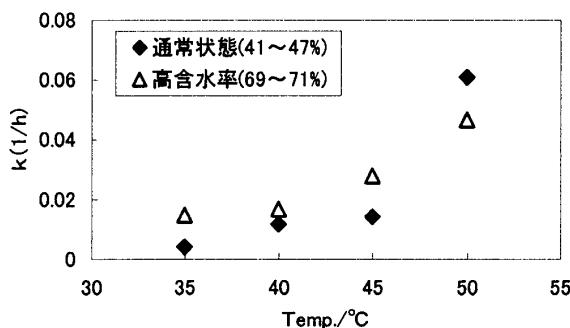


Fig.4 Temperature dependency of rate constant of T4 in actual media in beaker

$Q\beta$  も T4 もバイオトイレ模擬装置における実験よりも不活化速度定数は小さかった。 $Q\beta$  は T4 に比べ速度定数は大きく、また含水率にも依存していることが分かった。T4 は相対的に速度は遅く、かつ含水率による影響は小さかった。

### 実験 2 の結果

Fig.5 に温度一定下(50°C)における異なる含水率の時の  $Q\beta$  不活化速度定数を示す。

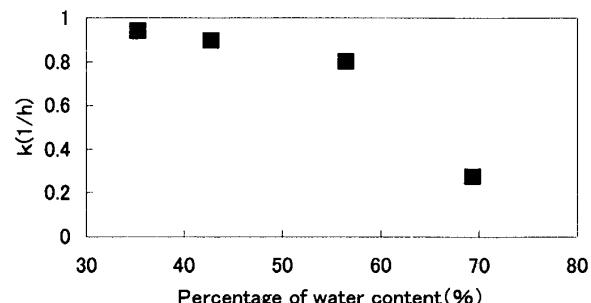


Fig.5 Percentage of water content dependency of rate constant at 50°C in actual media in beaker

Fig.5 より  $Q\beta$  は含水率が低くなるほど反応速度定数は大きくなるが変化の度合いは小さい。

### 4. 考察とまとめ

北大実験で全体的に反応速度定数がビーカー実験よりも大きくなったのは空気吹込みによって微生物の不活化が早く進んだものと思われる。温度が高い状態ほど  $Q\beta$  と T4 の反応速度定数は大きくなることが北大実験、ビーカー実験の両方から分かった。また、ビーカー実験からは含水率が低いほど反応速度定数は大きくなることも分かった。一方、T4 は温度が高くなるほど反応速度定数は大きくなるものの、その値は  $Q\beta$  に比べると全体的に非常に小さく、含水率が変化しても大きな変化は見られなかった。

従って、この結果から衛生的な安全性のためには空気吹込みを行い、高温、低含水率を一様に保てるものが良いと考えられる。しかし、実際のバイオトイレ内では温度や含水率が一様にならない場合も考えられる。その際には、それらの分布を考慮した挙動モデルが必要となる。

### 【参考文献】

- 1) 伊藤由美子・大瀧雅寛「バイオトイレにおける微生物感染リスクの実験的研究」平成 13 年度卒業論文
- 2) 神子直之・大垣真一郎「環境微生物工学研究法」技報堂出版 土木学会衛生工学委員会編 1993