

コンポスト型トイレにおけるウイルスの挙動に影響する因子
 Influencing factor on the factor of virus in composting toilet

0230115 溜池成江 大瀧雅寛

Masae TAMEIKE and Masahiro OTAKI

お茶の水女子大学 環境工学研究室

1.はじめに

コンポスト型トイレとは、水を使わずに多孔性物質(おが屑)を使って糞尿を分解するものである。これは、ほとんど匂いを出さない・下水設備が不要であるということから現在介護用として利用されたり、下水道が未整備の場所への利用を検討されているものである。し尿はおが屑の好気性分解により、水、炭酸ガス、無機物にまで分解され、分解後のおが屑は堆肥化が可能である。

しかし、長時間同じ場所にし尿を滞留させるために病原微生物の発生源になりかねない。そこで本研究ではコンポスト型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、コンポスト型トイレ中の担体(オガ屑)内における微生物の挙動を調べた。

2.実験

2.1 使用担体

4ヶ月間実し尿を処理したコンポスト型トイレから採取した実使用担体(杉製,2005/09/06 秩父市の稼働実験装置から採取)を用いた。

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以下の大腸菌ファージを用いた。

- ・RNA 大腸菌ファージ Q β
- ・DNA 大腸菌ファージ T4
- ・RNA 大腸菌ファージ MS2
- ・DNA 大腸菌ファージ λ

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法により測定した。

2.4 ファージ測定法

それぞれのファージの測定および培養には、大腸菌を宿主とする必要がある。宿主菌として、以下の大腸菌をそれぞれ用いた。

- ・Q β ・・・*E.coli* K12(NBRC 13965)
- ・T4・・・*E.coli* K12(NBRC 13168)
- ・MS2・・・*E.coli* K12(NBRC 13965)
- ・ λ ・・・*E.coli* K12(NBRC 3301)

これらを宿主菌とした二層寒天培地によるブラック法にて測定した。

2.5 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

実際にコンポスト型トイレで使用した担体を用い、これに大腸菌ファージを投入した。担体の温度・含水率を変化させ、それぞれの場合での微生物の挙動を観察した。温度・含水率は以下のように設定した。

1)Q β ・T4に関する実験

温度：30, 40, 50℃

含水率：40, 50, 60%

2)MS2・ λ に関する実験

温度：30, 50℃

含水率：40, 60%

2.6 コンポスト型トイレ内での病原微生物死滅速度の反応式

既存の研究からコンポスト型トイレ中の微生物死滅速度は次の式で示されることが分かっている。¹⁾

$$\ln(N/N_0)=-kt$$

N : 微生物濃度(PFU/g) N_0 : 微生物初期濃度(PFU/g)

k : 不活化速度定数(1/h) t : 時間(h)

3.結果

Fig.1 に例として温度を 40℃に設定した場合の T4 の不活化を示す。

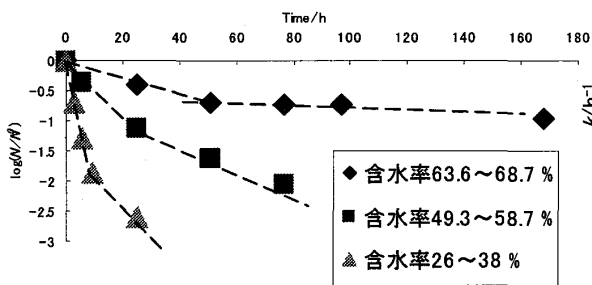


Fig.1 Rate constant of T4 at 40°C in various water content

T4 の 40°C の場合では含水率が低いほど不活化が早く進んだ。またそれぞれの温度で不活化速度が 2 段階の傾向を示すテーリングを起こしていることが分かった。

4. 考察

4.1 テーリングについて

水分活性の結果から、含水率が増加するとオガ屑内の残存物質に結合している水分(結合水)に比べて結合せず存在している水分(自由水)の割合が大きくなっていった。よって含水率が高いと微生物の生存に必要な水分(自由水)が増え、微生物にとって生残しやすい状況が増えると考えられる。また生残しにくい環境のウイルスは存在割合が大きいが早く不活化して、これが初期の一次反応式で示される。しかし存在割合が低いが生残しやすい環境のウイルスが遅い速度で不活化する。これが後半の一次反応式を示し、Fig.1 で見られるテーリングの原因と考えられる。

4.2 不活化速度の比較

不活化速度の比較を容易にするため、テーリングを起こしている場合も含めて、全て一次反応であると近似し、その不活化速度定数を Fig.2, および Fig.3 に示した。Fig.2 に RNA フェージ 2 種(QB・MS2), Fig.3 に DNA フェージ 2 種(T4・λ)について示した。

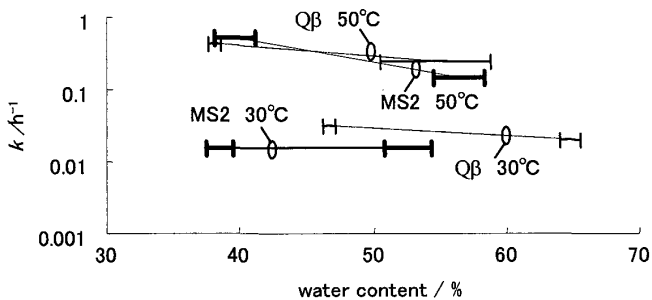


Fig.2 Comparing of inactivated rate constants of RNA phages

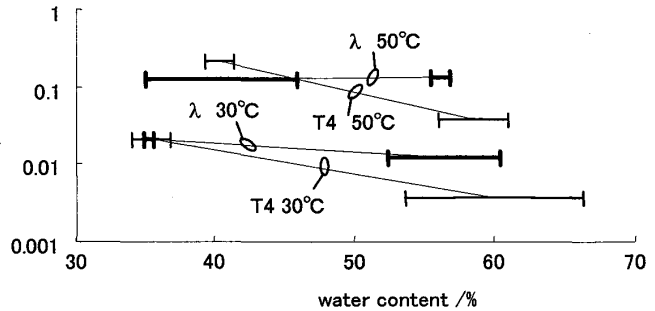


Fig.3 Comparing of inactivated rate constants of DNA phages

RNA フェージ・DNA フェージともに 30°C では含水率による不活化速度定数の差はあまり見られなかった。50°C では RNA フェージ・DNA フェージともに含水率が高くなるほど不活化速度が小さくなった。つまり含水率が高いほど死滅速度が遅くなることを示している。

1) RNA フェージについて

RNA フェージについて Fig.2 より QB・MS2 では、30°C では含水率が変わっても不活化速度はほとんど変わらず、50°C では含水率が高いほど死滅速度が遅くなった。また温度が 30°C の場合と 50 度の場合では不活化速度に 10 倍以上の差が見られ、温度依存性が大きいことが分かった。

2) DNA フェージについて

Fig.3 より T4 では温度依存性と含水率依存性があることが分かった。λ フェージでは温度依存性は見られたが、含水率が変わっても不活化速度に差は見られなかった。

5. まとめ

コンポスト型トイレの衛生的な安全性のためには高温・低含水率に保つことが微生物を死滅しやすくなるために必要であると考えられる。しかし種によって含水率・温度の依存性が異なることが分かった。またウイルスの核酸種によって不活化の特徴を分類することは出来なかった。

【参考文献】

- 1) 大江華「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」平成 14 年卒業論文
- 2) 赤石布美子「おが屑を用いたコンポスト型トイレ担体中におけるサルモネラ菌の挙動」平成 15 年度卒業論文