

バイオトイレにおける直接曝露による二次感染リスク評価

Direct exposure assessment on secondary infection risk in composting toilet

9930125 山越 一乃・大瀧 雅寛

Kazuno YAMAKOSHI 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、水を使わず排泄物を処理するバイオトイレが注目され始めている。バイオトイレとは、多孔性物質（おがくず）を人工土壌として、そこに吸着された微生物による好気性分解により尿尿を水と炭酸ガス及び無機物に変えるというものである。山岳地域や放流規制の厳しい地域での利用目的だけでなく、下水道設備を必要としないため介護用トイレとしても普及し始めている。下水を排出しないため、河川などへの水環境への負荷が少ないというのもこのトイレの特徴である。しかしバイオトイレは尿尿を長時間にわたり滞留させるため病原体の発生源にもなりかねない。本研究では、特に直接曝露に関連する実験及び調査を行い、実際にバイオトイレを使用する際の直接感染リスク評価について、分析した。

2. 研究方法

2-1 担体の使い道意識アンケート調査

交換後の担体は、可燃ゴミとして焼却するか、有機肥料として環境に還元する方法がある。そこでバイオトイレを使用すると仮定して交換後の担体の使い道に関する意識調査をアンケートにより行った。

2-2 直接曝露に関する担体との接触量実験

バイオトイレは、担体（おがくず）を年に2～3回程交換しなければならない。交換時に手や体に付着したり、トイレ周辺に散らばった担体を掃除するときなど、担体中の病原体に直接曝露される可能性が考えられる。また、交換後の担体は有機肥料として利用できるため、肥料を蒔く際に付着した担体が曝露される可能性も考えられる。そこで、①担体交換時による直接曝露実験と②担体交換後の肥料散布時による担体の付着量実験を行った。被験者は男性5人、女性23人の合計28人であった。

2-3 含水率の違いによる付着量の変化

直接曝露に関する担体との接触量実験では、担体の含水率

がほぼ50～60%であった。しかし、含水率の違いによって担体が手に付着する量が違うと考え、異なる含水率の担体を用いた実験を行った。担体の含水率を20%、50%、80%の三段階で手袋の場合と素手の場合に分け、担体に接し手に付着した量を測定した。

2-4 リスク評価算定

以上の実験結果を用いてモンテカルロシミュレーションによりリスク評価を行った。サルモネラ菌、赤痢菌、エンテロウィルス、ロタウィルスの4種類の病原微生物に関してリスクを計算した。初期濃度、それぞれの微生物のバイオトイレ内での挙動をTable1のように仮定し、実験結果から担体付着量を担体の最大曝露量と仮定し解析した。ただし、通常のバイオトイレ状態として含水率50～60%、およびトイレ内温度を45℃とした。

Table1.parameters for risk simulation²⁾³⁾

	サルモネラ菌	赤痢菌	エンテロウィルス	ロタウィルス
初期濃度 (1g 糞便中) [個]	10 ⁶	10 ⁹	10 ⁸	10 ¹⁰
不活化速度[1/h]	1.08	1.08	0.008	0.008
モデル型	ベータ関数 $\alpha=0.33$ $\beta=155$	ベータ関数 $\alpha=0.232$ $\beta=0.247$	対数正規 GM=2500 GSD=73	ベータ関数 $\alpha=0.232$ $\beta=0.247$

3. 実験結果と考察

3-1 担体の使い道意識アンケート調査

都市部では集合住宅が70%近くであり交換後の担体は可能であれば肥料として利用したいという声が76%と最も多かった。しかしながら住宅形式により現状では難しいのではないかと考えられる。また、交換時に使用する道具や清掃方法についての判断に関しては意見に分かれたが、それぞれの場合についてリスクを考慮した判断をしていくことが必要であろう。

3-2 直接曝露に関する担体との接触量実験

Fig.1に実験 2-2①の結果を示す。Fig.2に実験 2-2②の結果を示す。両データとも、対数正規分布と正規分布を仮定し、その累積度数分布図より、どちらが適当かを判断した。結果として両者とも対数正規分布となった。2-1①の結果から担体交換時に手に付着する量と散らばった量の 50%以上が 0.1g 以下であった。また、 $\mu = \log(0.198g)$, $\sigma = \log(0.232g)$ の対数正規分布に従うことが考えられる。また、2-1②の結果から対数正規分布に従うことが妥当だが尤度比検定を行ったところ帰無仮説が棄却されなかったため $\mu = \log(0.498g)$, $\sigma = \log(0.405g)$ の対数正規分布に従うことが考えられる。

3-3 含水率の違いによる付着量の変化

Fig3 に 2-3 の結果を示す。2-3 の結果からは素手、手袋の場合どちらも含水率が高くなると付着量が大きくなった。Fig3 から付着量 $=\exp k \times (\text{含水率})$ の関係が見られた。素手では $k=0.84[\%^{-1}]$, 手袋では $k=0.73[\%^{-1}]$ となった。素手と手袋の違いは明確な差は見られないが、全体的に手袋より素手のほうが付着量は少ない。付着量のばらつきも手袋より素手のほうが少ない。

3-4 リスク評価算定

Fig.4 に 2-4 のシミュレーション結果を示す。なお値は平均値で示した。2-4 の結果から細菌とウィルスのリスクの違いが明確である。感染リスクを考える場合、 10^{-4} を許容リスクレベルとすると赤痢菌は約 10 時間後、サルモネラ菌は約 20 時間後、エンテロウィルスは 100 日後に達する。ロタウィルスは 100 日後でも許容リスクレベルに達しない。このことから、担体交換時等に担体が手に付着して、病原性微生物に感染する直接暴露によるリスクにおいては、細菌よりウィルスについて考慮する必要がある。

4.まとめ

アンケート調査から交換後の担体を肥料として撒きたいという意見が多かった。この結果から担体交換時と担体を肥料として蒔く時に病原微生物に接触するリスクを考慮しておかなければいけないと考えた。このような状況を設定した上でリスク評価をした結果、細菌よりもウィルスを考慮する必要があると考えられた。

6. 参考文献

- 1) 大瀧ら 土木学会第 57 回年次学術講演会概要集 2002
- 2) 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」2002 生活工学研究第 4 巻第 1 号
- 3) 中川 直子・大瀧 雅寛「バイオトイレにおける病原微

生物二次感染リスクの間接曝露評価」2002 生活工学研究第 4 巻第 1 号

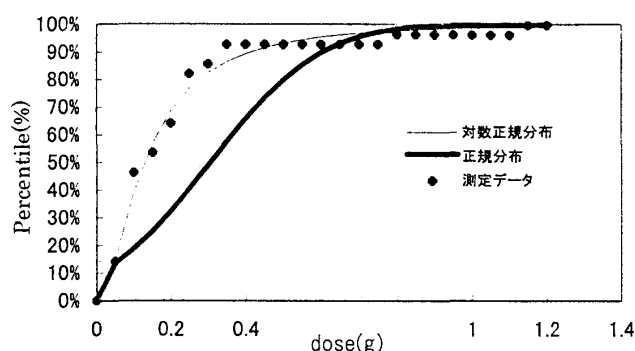


Fig.1 Direct exposure experiment at exchange

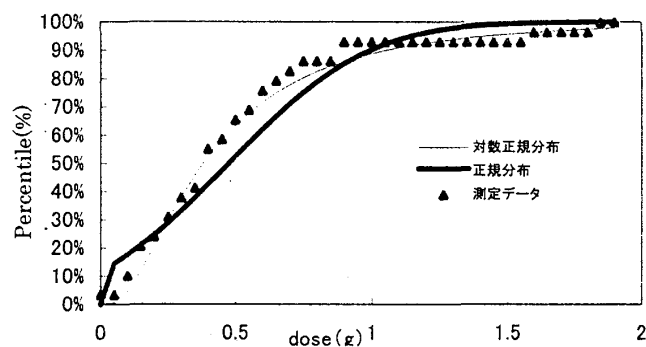


Fig.2 Dose experiment at scattering fertilizer

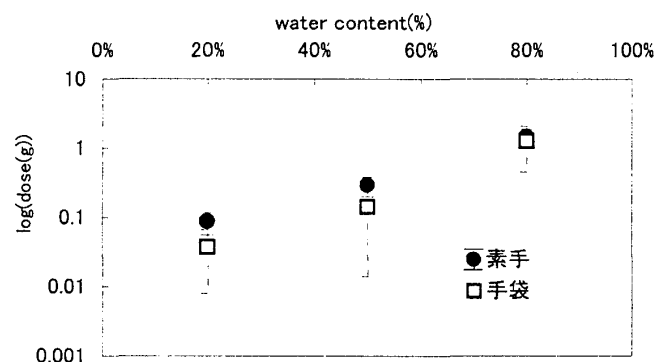


Fig.3 Absorbed dose at various water content(95% confidence interval)

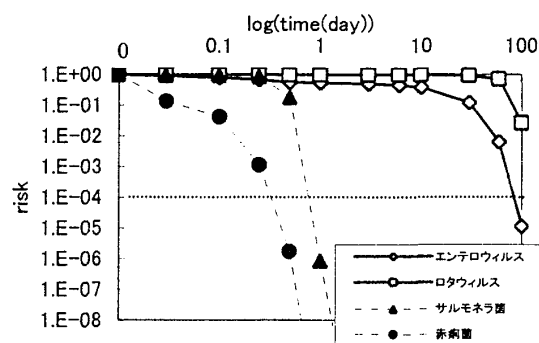


Fig.4 Risk assessment