

液相および固相より気相へ移動した浮遊微生物の測定
Measurement of microorganism in gas phase transferred
from liquid phase and solid phase

0230129 細川里美 大瀧雅寛

Satomi HOSOKAWA Masahiro OTAKI

お茶の水女子大学 環境工学研究室

1. はじめに

私たちの生活環境にはトイレを使用した際の水の跳ね返りや下水処理場、噴水など水粒子がエアロゾルとして飛散する場所が多くある。このエアロゾル中には微生物やウイルスが含まれている可能性があり、エアロゾルによる微生物の飛散など、危険性を考慮しなければならない。また、水を使わないコンポスト型トイレにおいても、使用した際の担体の攪拌などによって糞便中に存在する微生物やウイルスが気相中に移動し、排気として生活環境に飛散される可能性がある。

本研究では、水洗トイレや下水処理場などの液相から発生するエアロゾル中に含まれる浮遊微生物の測定、コンポスト型トイレの担体のように固相から気相に移動する微生物を測定する手法について検討した。

2. 実験方法

気相中の微生物の測定方法を確立するために溶液へ空気を曝気させることによってエアロゾルを発生させ、捕集・検出を試みた。指標微生物として *E. coli* K12 を用いた。まず、*E. coli* K12 のコロニーを釣菌し、大腸菌用液体培地に懸濁させ、37°C で 3~4 時間培養した。実験には $10^5 \sim 10^6$ CFU/mL まで培養した大腸菌高濃度溶液を使用した。気相中に飛散した大腸菌の捕集方法の検討ではエアロゾル発生装置に大腸菌高濃度溶液を入れ、エアーポンプで送風し、気相中に飛散させた大腸菌をろ紙、又は液相にて捕集した。コンポスト型トイレを仮想した実験ではおがくずに大腸菌高濃度溶液を混ぜ送風し、同様の方法で大腸菌を捕集した。

2.1. ろ紙による大腸菌の捕集

実験装置の概略を Fig. 1 に示した。エアロゾル発生槽は大腸菌高濃度溶液 40~50 mL 使用した。微生物捕集装置にろ紙(ニトロセルローズ製、孔径 $0.45 \mu\text{m}$)を置き、エアロゾル発生装置に送風し、大腸菌を飛散させ、ろ紙で捕集した。装置を通過した気体体積を総送気量とし、5 L と 10 L の二段階に設定した。エアーポンプからの送気速度は 0.8~1.2 L/分、2.0~2.4 L/分とした。大腸菌を捕集したろ紙を大腸菌群用培地(デスオキシコール酸塩培地)にのせ 37°C で約 24 時間培養し、捕集大腸菌数を計数した。

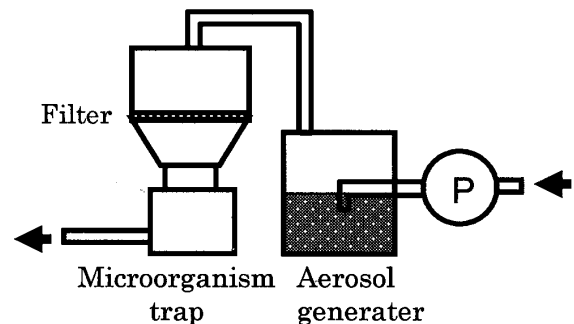


Fig. 1 The schematic diagram of microorganism trapped by filter

2.2. 液相による大腸菌の捕集

微生物捕集装置をろ紙の代わりにリン酸緩衝液とし、送風実験を行った。実験装置の概略を Fig. 2 に示した。大腸菌高濃度溶液への送風によって発生させたエアロゾル中の大腸菌を液相で捕集し、捕集液をろ過した。エアロゾル発生槽は 10 倍希釈した大腸菌溶液 150 mL を使用した。大腸菌を捕集したリン酸緩衝液をろ過し、ろ紙を大腸菌群用培地にのせ、37°C で約 24 時間培養し、捕集大腸菌数を計数した。

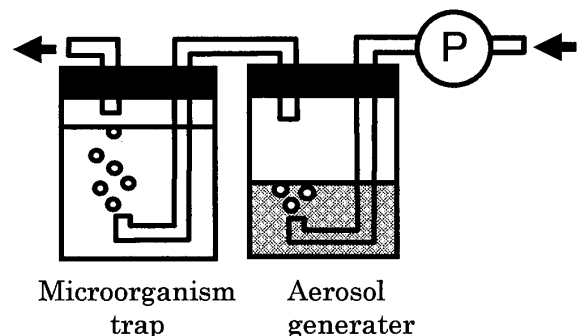


Fig. 2 The schematic diagram of microorganism trapped by water

2.3. おがくずから飛散する大腸菌の捕集

おがくず 2 g に大腸菌高濃度溶液を混ぜ、含水率 70% に調整した。これをコンポスト型トイレの担体と仮定し、送風した。送風速度は 5 L/分に設定し、総送気量を 5 L, 10 L, 30 L で行った。捕集槽は液相とした。捕集後のろ過・培養は 2.2 と同様に行った。また、送風後の含水率を測定した。

3. 結果と考察

3.1. ろ紙による捕集実験結果と考察

送気速度と捕集個体数の結果を Fig. 3 に示した。送気速度 0.8~1.2 L/分のときに、総送気量 5 L より 10 L で捕集個体数が減った原因の一つとして、送気時間が長くなったことで多くの大腸菌が、エアロゾル発生装置と微生物捕集装置をつなぐチューブに付着したのではないかと考えられた。また、総送気量 10 L では、5 L の気体体積が 2 倍なので、2 倍量の大腸菌が計測されるはずであるが、予測に反して半分となったのは、捕集している間にろ紙上で乾燥状態となり、捕集個体数が少なくなったのではないかと考えられる。

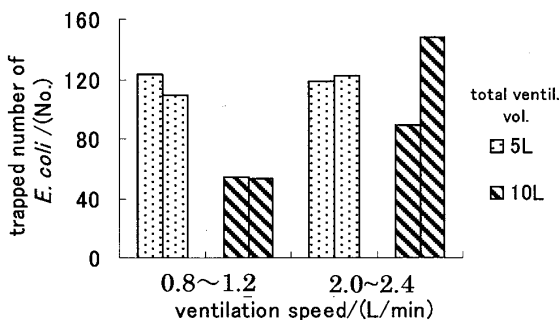


Fig. 3 ventilation speed and trapping number using one tube in all run by filter

次に、チューブ実験条件を変えるごとにエアロゾル発生装置と微生物捕集装置をつなぐチューブを交換し実験を行った。この実験結果を Fig. 4 に示した。この実験では、送気速度 2.4 L/分の場合、総送気量 10 L の捕集大腸菌数は 5 L のほぼ 2 倍であり、総送気量に比例して捕集個体数増加した。これは先ほどの結果と異なった。この理由として、チューブを条件ごとに変えることによってチューブへの付着がなくなったためと考えられる。しかし、送気速度 1.2 L/分の場合では、総送気量 5 L と 10 L でほぼ同じ捕集個体数であり、これは送風時間が長くなったため、ろ紙上で大腸菌の半数が死んでいたのではないかと考えられる。

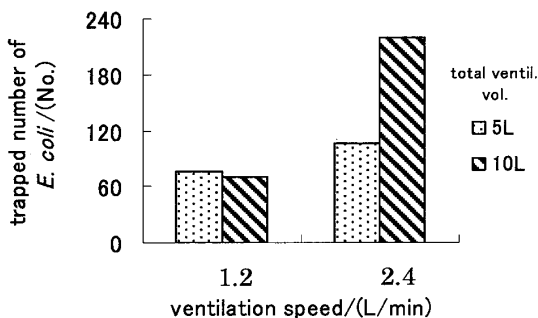


Fig. 4 ventilation speed and trapping number using difference tube in each run by filter

3.2. 液相での捕集実験結果と考察

液相での実験結果を Fig. 5 に示した。この結果より、送気速度が大きくなるにつれて捕集大腸菌が多くなっていることがわかった。また、同じ送気速度における総送気量を比較をすると、総送気量 10 L は 5 L の約 2 倍捕集されており、予測と一致する結果となった。これらの結果より、捕集大腸菌数は送気速度、総送気量に影響されることがわかった。

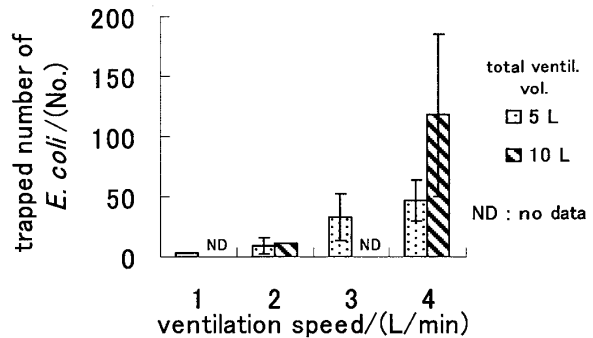


Fig. 5 ventilation speed and trapped number by water

3.3 おがくずから飛散する大腸菌の捕集

送気速度 5 L/分、10 L/分、30 L/分それぞれにおいて大腸菌は捕集されなかった。含水率の測定では送風後も 70%であったため乾燥によって大腸菌が死んだ可能性は考えにくく、送風によって大腸菌は気相中へ飛散しにくかったのではないかと考えられた。

4. 結論

ろ紙、液相による大腸菌の捕集において送風速度が速いほど捕集大腸菌数は多くなったことから、送風速度が気相への移動に影響しているといえる。捕集装置の検討として、エアロゾル発生槽と捕集槽をつなぐチューブに大腸菌が付着し捕集量を減少させていたため、実験条件を変えるごとにチューブを変えることで、検出率を上げることができた。

また、おがくずが舞い上がらない程度の送風において、おがくずに付着した大腸菌は飛散しないことがわかった。

5. 参考文献

- 1) 矢野一好「エアロゾルと共に飛散させたウイルスの「セルロース吸着・凝集法」による捕集実験」東京衛研年報 49(1998)
- 2) 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 年度卒業論文