

令和 3 年 5 月 10 日現在

機関番号：34104  
研究種目：基盤研究(C) (一般)  
研究期間：2018～2020  
課題番号：18K10016  
研究課題名(和文) エアロゾルと内視鏡自動洗浄機からの非結核性抗酸菌(NTM)の検出と汚染対策の構築

研究課題名(英文) Detection of nontuberculous mycobacteria (NTM) from shower aerosols and automatic endoscope washers

研究代表者  
平井 一行 (Hirai, Kazuyuki)  
鈴鹿医療科学大学・薬学部・助教

研究者番号：10580847  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、浴室シャワー水とシャワーにより発生するエアロゾル中に存在する非結核性抗酸菌(NTM)の汚染状況を明らかにし、その汚染対策を構築することを目的とした。シャワーヘッドをフィルターヘッドに交換する事で、シャワー水中のNTM数は検出限界以下となることが分かった。また、内視鏡自動洗浄機のNTM汚染状況を合わせて調査する事で、現在の清掃間隔・方法で問題ないかを明らかにすることも目的とした。6台の内視鏡洗浄機についてメンテナンス前日の稼働前後とメンテナンス後を3セット計54回調査した。調査のうち、メンテナンス前日の3回のみNTMを検出した。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

非結核性抗酸菌(NTM)感染者数は世界的にも日本でも増加傾向にあり問題となっている。NTM症は難治化することが多くワクチンがない現状では、感染原因の除去による環境整備が予防策となる。感染経路としてはエアロゾルが発生するシャワーは大きな要因と考えられている。病院内では感染経路として気管支内視鏡が疑われており、内視鏡洗浄機のNTM汚染については報告があるが、NTM検出は難しく、調査不十分となっている。本研究では、浴室シャワー水とシャワーにより発生するエアロゾル中に存在するNTMと内視鏡自動洗浄機のNTMの汚染状況を調査し、対策を講じる事で、NTM感染者数の減少を期待している。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was the investigation of nontuberculous mycobacteria (NTM) in shower water, shower aerosols and automatic endoscope washer.

By replacing the shower head with a sterile-grade water filter, the number of NTM colony-forming units in the shower water and aerosols samples was below the detection levels.

We conducted the survey on the NTM contamination of six automatic endoscope washers before and after use before maintenance and before use after maintenance. NTM was detected only three times of 54 surveys on the day before maintenance.

研究分野：細菌学

キーワード：非結核性抗酸菌 NTM エアロゾル 内視鏡洗浄機

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

免疫抵抗減弱者の増加に伴い、非結核性抗酸菌 (NTM) 感染者数は世界的に増加傾向にあり問題となっている。日本での 2014 年の調査結果 (Namkoong H et al. *Emerg Infect Dis.* 2016, 22) では、肺 NTM 症の推定罹患率は 14.7 人/10 万人年と算出され、2007 年と比較して約 2.6 倍に増加していることがわかり、重要な感染症であることが示された。NTM は環境から感染する。治療は抗菌化学療法が中心となるが、NTM 症の 80% を占める *Mycobacterium avium complex* (MAC) は抗結核薬の効果は小さく、難治化することが多い。治療が奏功した場合でも再燃・再感染率が高く、NTM ワクチンがない現状では、感染原因の除去による環境整備が唯一の感染予防策となる。免疫抵抗減弱者が多い病院での対策は急務である。

病院・家庭内の主な感染経路としては水を介する系が強く疑われており、日常の暴露としてエアロゾルが発生するシャワーは大きな感染要因と考えられている。この予想から、シャワー水・ヘッドからの NTM を検出した報告 (Joseph, et al. *EID* 2011, 17, 3) はあるが、エアロゾルからの検出報告は少ない。これは検出方法が確立されておらず、浮遊菌エアサンプラーを普通で使用した場合、一般細菌や真菌により、遅発型 NTM はコロニー形成が阻害され検出困難になるからである。心臓手術を受けた患者が術後 NTM 菌血症を起こした例では、体外循環用のヒータークーラーユニットのエアロゾルが原因と推測された事もあり (Dupont C et al. *J Hosp Infect.* 2016, 93)、エアロゾル中の NTM 検出法の確立による汚染調査と、発生源とエアロゾル中の NTM 汚染の関連性の解明が待たれている。

病院内でのエアロゾル以外の NTM 感染経路として気管支内視鏡が疑われており、内視鏡自動洗浄機の NTM 汚染については報告があり (Joseph, et al. *JMM* 2010, 59)、我々も学会にて NTM 汚染状況を報告した (第 30 回 環境感染学会総会 2015)。内視鏡媒介と疑われる感染報告はあるが、NTM 検出は難しく、調査不十分となっている。詳細な調査と、NTM 汚染にも対応した内視鏡自動洗浄機の清掃方法の確立が待たれている。

### 2. 研究の目的

培養により NTM を検出する点に、本研究を行う意義がある。培養による NTM 検出は最低でも 1 ヶ月の期間を必要とする為に、汚染調査は短時間で結果が判明する分子生物学的手法が頻用される。しかし、分子生物学的手法では菌株を得ることが出来ない。エアロゾル・内視鏡自動洗浄機を汚染している NTM の由来・原因を解明する為には、培養法にて菌株を得ることが重要である。

そこで、本研究では、病院・一般家庭での浴室シャワー水とシャワーにより発生するエアロゾル中に存在する NTM の汚染状況を明らかにし、その汚染対策を構築することを目的とする。

また、内視鏡自動洗浄機の NTM 汚染状況を合わせて調査する事で、現在の清掃間隔・方法で問題ないかを明らかにし、汚染対策を検討することも目的とする。対策を講じる事で、NTM 感染者数の減少を期待している。

### 3. 研究の方法

シャワー水、エアロゾルと内視鏡自動洗浄機を汚染している NTM の由来・原因を解明する為には、培養法にて菌株を得ることが重要である。そこで、NTM の検出は、科学研究費 (15K19267) により開発した NTM 改良検出法を用いて、分離検出、菌株確保、および菌数の定量を行った。この方法をエアロゾルサンプルにも応用した。

浴室調査としては、2 ヶ月毎のシャワーヘッド (新品同等品・0.2  $\mu\text{m}$  孔径のろ過滅菌グレードのメンブレンフィルター付き) の交換による NTM 検出数を調査した。交換直前、交換 1 日後と 2 ヶ月後の 3 回の調査を比較した。この 3 回を 1 セットとした。

内視鏡洗浄機の調査としては、6 台の自動洗浄機の定期メンテナンス前の稼働前と稼働後、メンテナンス翌日の稼働前について行なった。これについて 3 セット行なった。

一般細菌に普通寒天培地を、従属栄養細菌に R2A 寒天培地を、抗酸菌に 7H11 寒天培地を使用し培養した。

### 4. 研究成果

科学研究費 (15K19267) により開発した NTM 改良検出法を水系サンプルよりエアロゾルサンプルに応用したところ NTM を検出することが可能であった。(図 1)

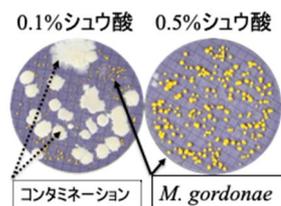


図1 浴室エアロゾルからの NTM 分離例

浴室の調査では、シャワーヘッドを同等の新品に交換した場合、シャワー水中とシャワーにより発生したエアロゾル中の NTM 数は減少する場合もあれば、変わらない場合もあった。シャワーヘッドの交換が NTM 数の減少に効果があるかは、さらに調査数を増やす必要がある。2 ヶ月後には交換前と変わらない状況であった。シャワーヘッドを 0.2  $\mu\text{m}$  孔径のろ過滅菌グレードのメンブレンフィルター付きヘッドに交換した場合は、交換直後と 2 ヶ月後にもシ

シャワー水中とシャワーにより発生したエアロゾル中のNTM数はほぼゼロ(検出限界以下)になった。(図2)フィルターシャワーヘッドを使用することは、シャワー使用によるNTM暴露を防ぐ効果があることが示唆された。

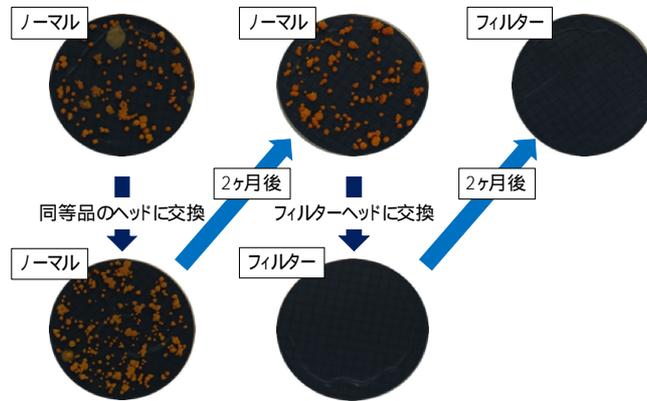


図2 シャワーヘッド交換によるエアロゾル中のNTM数の変化の一例

内視鏡自動洗浄機の1回目の調査では、洗浄水については、メンテナンス前の洗浄機稼働前、6台中6台から普通とR2A寒天培地から菌が検出された。稼働後の洗浄水については、全台から菌が検出されなかった。メンテナンス後4台については、翌日の稼働前の調査で菌が検出されなかった。しかし、メンテナンスを行わなかった2台については、メンテナンス前と同程度の菌数が測定された。(図3)あとの2回の調査においても、同傾向であった。

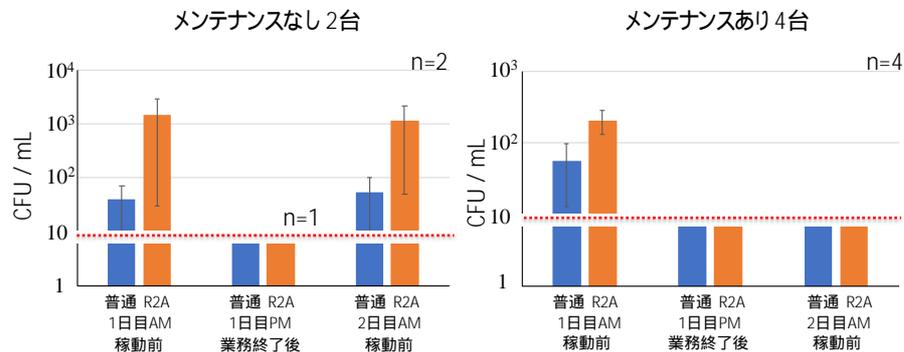


図3 内視鏡自動洗浄機メンテナンス前後の細菌数

..... 検出限界(培地上にコロニーなし)

4週毎のメンテナンス:水フィルター交換・管路の消毒

抗酸菌については、1回目の調査の1台から層内のスワブ拭いから検出された。また、3回目の調査の1台からメンテナンス前の稼働前後の洗浄水より検出された。(図4)この検出状況が、内視鏡の汚染にどの程度関与するかは不明である。今後、メンテナンス前後の洗浄機の細菌調査に合わせて、内視鏡自体の細菌調査も行い、洗浄機と内視鏡の汚染の相関を明らかにしていきたい。

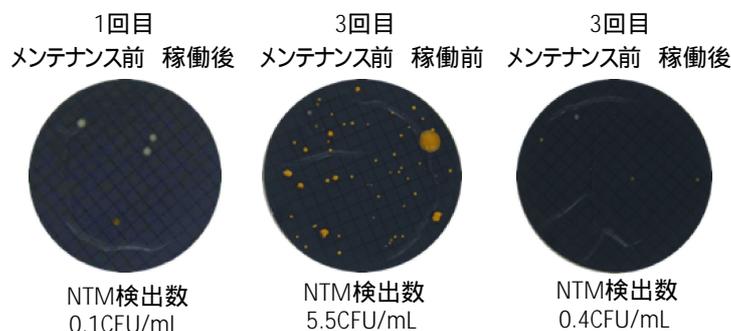


図4 内視鏡自動洗浄機からのNTM検出

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 平井一行、笹原鉄平、林俊治
2. 発表標題 高レベル消毒薬の抗酸菌に対する消毒効果の検討
3. 学会等名 日本薬学会第140年会(京都)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平井一行、平井義一、渡辺朱里、横田憲治
2. 発表標題 内視鏡洗浄機の細菌汚染調査
3. 学会等名 第32回 日本環境感染学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	横田 憲治  (Yokota kenji)  (00243460)	岡山大学・保健学研究科・教授    (15301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------