

■ Original article

手洗いシンクの表面汚染菌量に対する乾燥の影響

内田美保

公立小松大学 保健医療学部看護学科基礎看護学

Effects of drying on the amount of contaminated bacteria of the hand-washing sink

Miho Uchida

Komatsu University Faculty of Health Sciences, Department of Nursing Fundamental Nursing

背景: シンクを洗浄・消毒後に乾燥することが推奨されているが、具体的な方法および乾燥の有用性について実際の臨床現場で検証した報告は見当たらない。

目的: 手洗いシンクを洗浄・消毒後に乾燥させることは、シンクの表面汚染菌量を減少させることにつながるかを検討する。

方法: 内科病棟の手洗いシンクで、洗浄・消毒後から1時間自然乾燥させた場合とさせない場合の菌量を測定した。シンクの素材のステンレス、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、陶器上で *Serratia marcescens*、*Enterococcus faecalis*、*Pseudomonas aeruginosa*、*Acinetobacter baumannii*、*Staphylococcus aureus*、*Escherichia coli* が自然乾燥により減菌するか否かを実験した。さらにモデルシンクを細菌汚染させ自然乾燥後の菌量の減少を実験した。配管内の菌とシンク内側の湿潤の関係を調べるために、配管に見立てたペニシリンダーを菌液シャーレに立てて菌が管内を移動する状況について実験した。

結果: 洗浄・乾燥後も、手洗いシンクの排水口と排水口周囲から高度の菌汚染が確認された。素材別では、*E. coli* のみが30分間の自然乾燥で菌数が検出下限値まで減菌したが、その他の菌は生存し続けた。ペニシリンダーの内部が乾燥していると天井面に載せたペーパーディスクから菌は検出されなかったが、湿った状態では菌の検出が確認された。

結論: シンクを洗浄・消毒後に乾燥させることはシンク全体の細菌数を減少させることに繋がっておらず、排水管からの菌の遡上対策が重要であることが示された。

Key words: 手洗いシンク、乾燥、排水口

1. 序 文

医療関連感染症の原因菌が院内の環境表面や、洗面台やシンク、風呂場、トイレなどの湿潤環境に広く分布し、医療従事者の手指を介して水平伝播する¹⁾ことが問題となる。メチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) などは乾燥に強く、緑膿菌や腸内細菌科細菌などは湿潤環境を好むとされる²⁾。細菌は乾燥状態でも生き残ることが知られており、*Acinetobacter* spp. は5ヵ月間、*Escherichia coli* は16ヵ月間、*Pseudomonas aeruginosa* は16ヵ月間、*Serratia marcescens* は2ヵ月間、*Clostridioides dif-*

ficile は5ヵ月間、*Staphylococcus aureus* (MRSAを含む) は7ヵ月間生存することが報告されている³⁾。ランクフォードらによると、壁紙やカーペットや床などの素材上で、vancomycin-resistant enterococci (VRE) は7日後に28.6%の生存が確認され、病院の環境表面で一般的に遭遇する細菌は、長期間生存可能であることを裏付ける報告をしている⁴⁾。近年では「悪魔の耐性菌」として注目を集めている carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* (CRE) も湿潤環境から検出されている⁵⁾。

湿潤環境の中でも特に手洗いシンクが感染源であるとされたアウトブレイクが国内外を問わず数多く報告されている⁶⁻¹⁵⁾。いずれも病室や集中治療室の手洗いシンク

の吐水口や排水口、配管が菌で汚染されていることに拠るものである。手洗いシンクなどの水回りからの検出菌と、患者由来菌が合致する場合は臨床現場では水回りの環境改善に徹底的に取り組むことになる。職員を対象とした手指衛生の教育強化にはじまり、清掃・消毒方法の見直しを行い、なお終息しない場合には、蛇口や配管を交換する工事などの対策を講じることもある¹²⁾。

手洗いシンクを介しての水平伝播を防ぐために、手洗いシンクの構造の開発や、消毒薬による化学的方法、熱水を使用する物理的方法による消毒方法の検討が試みられている。手洗いシンクの清掃に使用する消毒薬には、アルコール製剤や次亜塩素酸製剤が汎用されているが、近年では消毒薬ではないが、ペルオキソー硫酸水素カリウム配合剤含有ワイプ（ルビスタ® 杏林製薬株式会社）を用いた効果について述べた報告がある¹³⁻¹⁶⁾。また熱水消毒の有効性についての報告もある¹⁷⁾が、多くの施設では火傷のリスクを予防するため、蛇口から出る湯の温度は40℃から60℃前後に設定しており、熱水消毒の効果を得るには温度が低いという問題点があり、熱水消毒を適用するためには安全で業務上の負担のない実用化に向けての検討が必要である。

手洗いシンクから菌を含んだ水滴の飛散を防ぐために、エアロゾルが発生しにくく、水滴の貯留を来さない形状のシンクの構造やデザインが研究されている¹⁸⁾。複数の企業からこれらの点に考慮したシンクが開発・販売されており、新たに建設される病院・施設等では多くのところで採用されているが、現在使用中のシンクと交換するためには、大きさの違いや壁や排水管工事を含む大がかりな工事が必要となるなど困難な状況がある。現状では多くの医療施設において、一般的に普及するまでには至っていない。

このような中で、洗浄・消毒に加えて乾燥させることが日本環境感染学会多剤耐性菌感染制御委員会より推奨されている²⁾。しかし、具体的な洗浄・消毒方法や、乾燥時間および方法などについては、各施設に任されており、シンクの洗浄・消毒に乾燥行程を追加することの有効性について、実際の臨床現場で実証した報告はなかった。

そこで本研究では、病棟の手洗いシンクの日常的な清掃行程において、洗浄・消毒後に乾燥行程を加えることは表面汚染菌量を減少させ、シンクを介した接触感染のリスクを低減することによる感染対策上の効果があるか

否かについて明らかにすることを目的とした。

2. 方 法

2-1. 臨床現場の手洗いシンクの洗浄・消毒後の乾燥行程の有無の実験

対象とした手洗いシンクは、内科病棟のスタッフステーションのステンレス製のシンクで、スタッフの手洗い専用として使用頻度は高く、清掃回数は毎日12時と0時の2回である。形状は長さ68 cm、幅40 cm、深さ20 cmの長方形、ドレーンホール（オーバーフロー穴）、蛇口の根元、縁はいずれも無い。日常的に行われている清掃方法は、台所用洗剤を用いて使い捨てスポンジでシンクの内面を洗った後、十分に洗い流してペーパータオルで水分を拭き取り、アルコール含有クロス（ショードックスーパー® 白十字株式会社）で清拭後、1時間乾燥させている。

今回、洗浄・消毒の直後から1時間使用禁止する乾燥行程を入れた場合（乾燥有り）と、乾燥行程を入れない洗浄・消毒の直後から使用継続した場合（乾燥無し）の、経過時間毎の菌量を測定した。「乾燥有り」の調査日は2016年8月16日、8月17日、8月18日の連続した3日間、「乾燥無し」の調査日は2016年9月16日、9月20日、9月21日の3日間であった。洗浄・消毒作業は同看護補助者により毎日、12時から12時半の間に行われ、所要時間はほぼ10分間程度だった。菌の採取時間は、1回目は清掃直前の12時、2回目は洗浄・消毒後の12時30分、3回目は乾燥有りの場合は1時間使用禁止後とし、乾燥無しの場合は清掃後から1時間使用継続後の13時30分、4回目はその後4時間使用継続した17時30分の4時点とした。菌の採取法は、滅菌綿棒（BD BBLカルチャースワブ™ EZ/EZ II 日本ベクトンディッキンソン株式会社）を用いて、吐水口（蛇口）、シンク底部、排水口、排水口周囲の4ヵ所から菌を回収した。平面であるシンク底部は5×5 cmを往復5回擦り、排水口は2 cm程度先に進めて1往復して擦り、吐水口と排水口周囲は一周擦った。回収した綿棒は生理食塩水10 mLを入れたスピッツに浸して振盪し、エーゼで0.01 mL（10 μL）を採り、血液寒天培地上に塗り広げた。24時間から48時間培養後、コロニー数をカウントし、さらに質量分析装置（MALDI-TOF MS；マトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析計 ブルガー・ダルトニクス

社)により菌種を同定した。

2-2. モデルシンクを用いた実験

モデルシンクとして東京医療保健大学大学院内のシンク(陶器)を使用した。

P. aeruginosa ATCC27853 7.4×10^8 CFU/mL、*S. aureus* ATCC25923 1.2×10^9 CFU/mL、*E. coli* ATCC25922 8.3×10^8 CFU/mL、*A. baumannii* ATCC17978 1.6×10^9 CFU/mL の4種の菌液を brain heart infusion broth (BHL BD) で各 10 mL 作成した。シンクは、洗剤(市販クレンザー)を使用して洗浄後、80%エタノールにて全体を消毒し、排水口の手の届く範囲も同様に実施した。消毒後の乾燥を確認後、シンク内面をビニールテープで4等分し、右側を「湿潤表面」左側を「乾燥表面」とした。また、排水口に近い「シンク底部」とシンクの縁に近い「シンク上部」とに分けた(図1)。

シンク内面全体に行き渡るように、2 L の水道水を万遍なく注いだ直後に上記の供試菌を各シンク1台に一菌種ずつ、各 10 mL をスプレー容器で万遍なく播種した。15 分後、「湿潤表面」側の菌を回収した。菌回収方法は、クリアーシートで作った 5×5 cm 大の枠を回収エリアに設置し、その内側を同一者が綿棒で縦横万遍なく擦り取った。「シンク底部」「シンク上部」それぞれ $n = 2$ とした。菌塗布後に自然乾燥を行うことで「乾燥表面」とし、目視で自然乾燥を確認するまでの時間は2時間35分で、実験時の室内温度は 24°C 、湿度は 30% であった。自然乾燥を確認後、同様に菌を回収した。「シンク底部」 $n = 3$ 、「シンク上部」 $n = 2$ とした。回収後の菌処理は、1 mL のリン酸緩衝液(ダルベッコ PBS (-)、日水製薬)を入れたコニカルチューブ(Falcon 352096, 15 mL)内に回収した綿棒を入れ、2 分間 vortex で攪拌した。その後、ダルベッコ PBS (-) で 10 倍希釈系列を作成し、その一部 $10 \mu\text{L}$ を SCD 寒天培地に塗布し、生育したコロニー

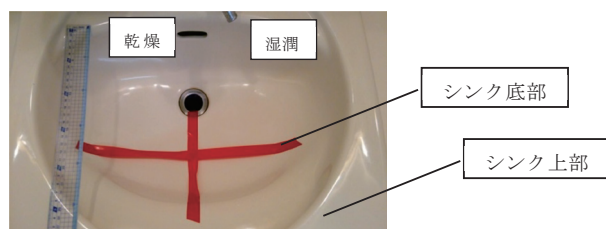


図1 モデルシンク

シンク底部;排水口に近い箇所、シンク上部;シンクの縁に近い箇所

数により CFU/mL を計算した。

2-3. シンク素材別の乾燥による菌量の推移

手洗いシンクの素材として使用されるステンレス(オーステナイト系ステンレス SUS304)、樹脂系 a (不飽和ポリエステル樹脂)、樹脂系 b (エポキシ樹脂)、陶器の4種類の素材 (5×5 cm) 各4枚ずつを実験に用いた。陶器、樹脂 a、樹脂 b は未使用で表面は傷がなく凹凸がない滑らかな各 5 cm 四方の平面、ステンレスは長期間使用したステンレスシャーレの表面に、水廻りの環境から検出されることの多い *Serratia marcescens* NBRC 102204、*Enterococcus faecalis* ATCC 29212、*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853、*Acinetobacter baumannii* ATCC 17978、*Staphylococcus aureus* ATCC 25923、*Escherichia coli* ATCC 25922 の6菌種を各 $10 \mu\text{L}$ ずつ塗布し、室温 $24 \sim 26^\circ\text{C}$ 、湿度 $49 \sim 55\%$ で静置した。菌液は McFarland 1 (10^8 CFU/mL) 程度に調整した。

菌液を塗布し、5 分後、30 分後、1 時間後、2 時間後に滅菌綿棒 (HydraFlock® Puritan 社) で菌を回収した。回収綿棒は、1 mL のダルベッコ PBS (-) に入れ、2 分間振盪後、10 倍希釈系列を作成した。各 $10 \mu\text{L}$ を SCD 培地(ソイビーン・カゼイン・ダイジェスト寒天培地、和光純薬)に塗布し、 36°C のインキュベーター内で 24 時間培養後、コロニー数をカウントした。

2-4. ペニシリンダーを用いた実験

排水口に接続する配管の一部に見立てたペニシリンダー(ステンレス製、内径 6 mm、外径 8 mm、長さ 10 mm type 304 Fisher Scientific)を、菌で汚染している配管内部と仮定した菌液シャーレに立てた。菌の種類、およびペニシリンダーの乾湿の条件の違いにより、菌液シャーレ中の菌がペニシリンダーを移動する状況を確認した。

菌液シャーレは、組織培養シャーレ(FALCON 353003 100×20 mm)1枚に BHI を 5 mL 入れ、前述した6種類の菌液を各 $200 \mu\text{L}$ ずつ混注した。菌量は、*P. aeruginosa* ATCC 27853 4.6×10^8 /mL、*S. aureus* ATCC 25923 4.5×10^8 /mL、*E. faecalis* ATCC 29212 3.0×10^8 /mL、*A. baumannii* ATCC 17978 1.0×10^8 /mL、*S. marcescens* NBRC 102204 6.3×10^8 /mL、*E. coli* ATCC 25922 1.8×10^8 /mL であった。

乾燥したペニシリンダー 10 本と、滅菌蒸留水、生理

食塩水（大塚生食注（20mL 管）[®] 大塚製薬株式会社）、
 ダルベッコ PBS（-）、BHI にそれぞれ5分間浸漬した
 ペニシリンダー各10本ずつの5通りの状態を設定して
 菌液シャーレに立てた。菌液に漬からない部分は約8
 mmであった。ガス滅菌したペーパーディスク（PAPER
 DISC FOR TIBIOTIC ASSY 厚手 直径8mm 抗生物質検
 定用 ADVANTEC）をすべてのペニシリンダーの天井部
 分に載せた。1時間経過後にペーパーディスクを、液状
 チオグリコール酸培地（「ダイゴ[®]」日局 和光純薬）に
 入れ、72時間後に菌の増殖の有無を確認した。

2-5. 倫理的配慮

本研究の実験は、東京保健医療大学大学院微生物安全
 管理委員会から承認を受け、微生物安全管理責任者の指
 導のもとに東京医療保健大学大学院の実験室において
 行った。

3. 結 果

3-1. 内科病棟で日常的に使用される手洗いシンク における洗浄・消毒後の乾燥行程の有無と生 菌数

乾燥有りの3日間と、乾燥無しの3日間の洗浄・消毒
 前、直後、1時間後、5時間後の4時点で回収した菌数を、
表1に示した。菌量は、日によるばらつきがみられたが、
 乾燥行程の有無にかかわらず洗浄・消毒により吐水口、
 シンク底部、排水口、排水口周囲のいずれの箇所におい
 ても菌数の減少傾向が見られた。特に平坦なシンク底部
 や吐水口（蛇口）からは、洗浄・消毒直後から5時間後
 まではほとんど菌が検出されなかった。

排水口の乾燥有りでは、清掃直後から5時間後の菌量
 は、1日目、2日目は菌数の著しい減少がみられ、3日
 目はやや増菌した。一方、乾燥無しでは1日目、3日目
 はやや減菌し、2日目は変化なしだった。同様に排水口
 周囲は、乾燥有りで2日目、3日目は著しく減菌し、1

表1 病棟手洗いシンクの洗浄・消毒後の乾燥行程の有無と生菌数

部位	回収時刻	乾燥有り			乾燥無し		
		1日目	2日目	3日目	1日目	2日目	3日目
吐水口 （蛇口）	① 12:00	0	270	0	0	0	0
	② 12:30	0	2	0	0	0	0
	③ 13:30	0	2	0	0	0	0
	④ 17:30	0	0	0	0	0	0
シンク底部	① 12:00	>450	106	157	2	0	0
	② 12:30	2	1	0	10	0	1
	③ 13:30	0	1	0	0	0	0
	④ 17:30	0	1	0	—	0	1
排水口	① 12:00	>450	61	112	0	>450	74
	② 12:30	140	91	1	17	>450	10
	③ 13:30	140	34	180	95	>450	258
	④ 17:30	108	15	17	2	>450	0
排水口周囲	① 12:00	>450	0	330	>450	>450	2
	② 12:30	0	215	33	55	150	1
	③ 13:30	94	1	0	3	30	2
	④ 17:30	2	3	0	60	59	0

(CFU/10 μL)

シンクの洗浄・消毒の ①：前 ②：直後 ③：1時間後 ④：5時間後

※ 上限値（多数）を >450 とする

日目は微増した。乾燥なしでは1日目と3日目は変化なしで2日目は減数した。

質量分析装置を用いて、菌種を同定した結果、蛇口から *Acinetobacter junii* と *Pseudomonas veroni*、シンク底部から *A. junii*、排水口から *A. junii* と *Staphylococcus epidermidis* が、排水口周囲から *P. aeruginosa* と *Acinetobacter ursingi* が検出された。

3-2. 細菌汚染させたモデルシンクの自然乾燥後の減菌数の検証

図2に結果を示した。「湿潤」は菌をスプレー容器で万遍なくシンク内面に播種した直後に菌を回収し、「乾燥」は自然乾燥後に反対側の同じ箇所から菌を回収した菌数の結果である。*S. aureus*、*A. baumannii* は、「湿潤」と「乾燥」の菌数に相違は見られなかった。*P. aeruginosa* は、排水口とシンク底部でそれぞれ $1 \log_{10}$ の減菌が確認された。*E. coli* は、「湿潤」に比べ自然乾燥後の「乾燥」で、排水口で $4 \log_{10}$ 、シンク上部、底部でそれぞれ $2 \log_{10}$ の減菌が確認された。

3-3. シンクの素材上で生菌数が自然乾燥により減数する程度

図3に6種類の菌種別毎に4種類の素材別にそれぞれ5分、30分、60分、90分、120分の経過時間毎の菌数を示した。*S. aureus* と *E. faecalis* および *A. baumannii* は経過時間に伴い、2時間後に $1 \sim 2 \log_{10}$ の減菌、*P. aeruginosa* と *S. marcescens* は $3 \log_{10}$ 程度の減菌が確認

されたものの菌は生存していることが確認された。一方、*E. coli* は30分間の静置で菌数が減菌し、1時間後に検出限界以下となった。シンクの素材別による相違は認められなかった。

3-4. 配管内の菌とシンクの排水口の湿潤の関係

表2は、6菌種の菌液シャーレにペニシリンダー各10本立て、1時間経過後、天井面のペーパーディスクの菌の増殖数を示したものである。乾燥したペニシリンダーでは、天井面に載せたペーパーディスクから菌は検出されず、菌液シャーレ中の菌が、ペニシリンダーを上昇することはなかった。一方、滅菌蒸留水、生理食塩水、ダルベッコPBS(-)に浸漬した湿ったペニシリンダーを菌液に立てたところ、いずれの菌液においても、1時間後には菌の上昇がみられた。BHIに浸漬した湿ったペニシリンダーでは、*S. aureus* と *E. coli* では10本中1本、*E. faecalis* と *P. aeruginosa* では10本中2本で菌の上昇が確認されたが、*A. baumannii* と *S. marcescens* では天井面に載せたペーパーディスクから菌は確認されなかった。

4. 考 察

日常的に使用するシンクの洗浄・消毒に乾燥行程を追加することの有効性を検証するために、まず内科混合病棟のスタッフステーションで日常的に使用されている手洗いシンクで実験を行った。対象としたシンクは手洗い

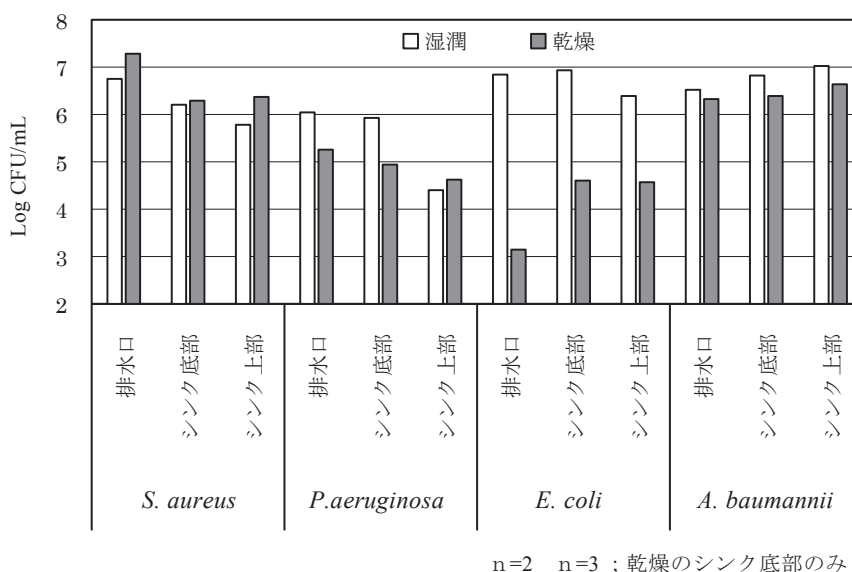


図2 モデルシンクの細菌汚染後の乾燥の有無による細菌数

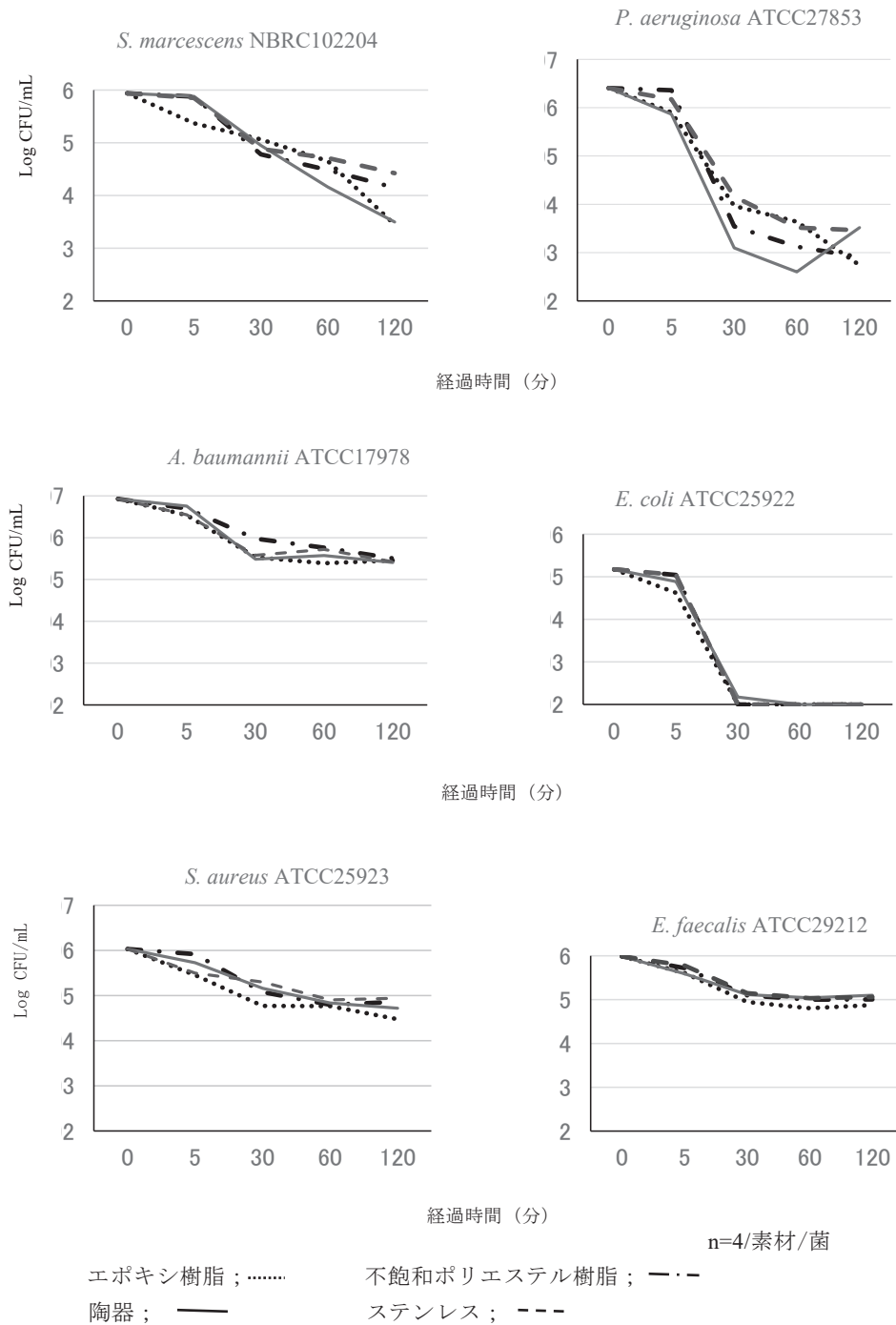


図3 素材別、菌種別の生菌数の推移

専用であり、使用後の医療器材の洗浄に使用されることはなく、排水口と蛇口（吐水口）やシンク底部からはグラム陰性桿菌の *Acinetobacter* spp. と *P. aeruginosa* が検出されたが腸内細菌の検出は見られなかった。このことから使用目的が異なるシンクでは検出される菌種が異なると推測されるが今後の課題としたい。

シンクの素材上で菌量の推移をみた実験から、乾燥しただけでは菌は生存し続けることがわかり、まずは確実に洗浄することが大切であると考えられた。

シンクを構成する部分で吐水口は構造上、シンク内面に向かって下向きに取り付けられるため、拭き残しなど清掃が難しいことから、日常清掃では特に注意を要する部分であると考えられる。シンクの自動水栓を介して、薬剤耐性 *A. baumannii* に汚染された水道水がアウトブレイクの原因であった医療施設で、ナースステーションのシンクの吐水口から患者と同じ感受性を持つ薬剤耐性 *A. baumannii* が検出された例が報告されている¹²⁾。

手洗いシンクの汚染状況は、入院患者の疾患特性やス

表2 移行した菌が検出されたペーパーディスク数

菌種	ペニシリンダー の状態	dry	wet			
			①	②	③	④
<i>S.aureus</i>		0/10	5/10	10/10	9/10	1/10
<i>E.faecalis</i>		0/10	5/10	8/10	9/10	2/10
<i>Paeruginosa</i>		0/10	2/10	7/10	10/10	2/10
<i>A.baumannii</i>		0/10	4/10	10/10	9/10	0/10
<i>S.marcescens</i>		0/10	5/10	7/10	10/10	0/10
<i>E.coli</i>		0/10	2/10	8/10	8/10	1/10

(菌増殖数/試験数)

①：滅菌蒸留水、②：生理食塩水、③：リン酸緩衝液、④：brain heart infusion

※ペニシリンダー各10本を6菌種の菌液シャーレに立て、1時間経過後、移行した菌が検出された天井面のペーパーディスク数

スタッフの人数、および繁忙度など様々な要因に左右される。洗浄・消毒によりシンク全体の菌量は減少してその後、使用経過時間に伴い徐々に増菌すると推測したが、実際にはシンク底部と排水口において清掃前よりも清掃後で菌数が多い場合や、5時間使用後の排水口の菌数がいずれの調査日でも1時間使用後の菌数よりも少ないなど、菌数のばらつきがあり、清掃することで全体的に減菌する傾向はみられたが、使用時間に伴い徐々に増菌するとはいえなかった。これはスワブで擦る際に、前回擦り取ってしまった箇所を再度擦った可能性も考えられた。また、手洗いシンクは専属の一人の看護補助者によって毎日清掃されている。具体的な手洗いシンクの清掃方法は、洗剤をつけた一回ごとの使い捨てスポンジでシンク全体を擦り十分に洗い流した後、ペーパータオルで十分に水分を拭き取る。その後、アルコール含有ウェットクロスで拭き上げ、1時間、乾燥させる。しかし、シンクをどのような順番でどのような方向で清拭するかについては、具体的に指導しておらず個人に任されている。したがって、汚れている部分から拭くことで逆に菌を広げてしまっている可能性も否定できない。今後、より具体的な清掃方法の手順の指導と遵守が必要だと考える。

今回対象としたのは、内科病棟のスタッフステーション内で使用されている一台の手洗いシンクのみであるため結果は限定的なものであるが、吐水口とシンク底部は、洗浄・消毒することにより、乾燥の有無に関わらず、5時間後までは菌数が数コロニー以下であったのに対し、配管とシンクの接続部分にあたる排水口と排水口と本体との間のつなぎ目である周囲の菌数は、洗浄・消毒により減少傾向がみられたものの汚染が高度であった。

配管や排水口の細菌が院内感染の原因だったとする事例は、国内外を問わず数多く報告されている。例をあげると、配管と排水口の接続部分であるシンクトラップに *P. aeruginosa* の定着がみられ、長期間の調査から院内感染の原因として有意な相関がみられた¹⁸⁾、多剤耐性 *A. baumannii* の単発的な発生の原因が外科ICUのシンクトラップであった¹⁹⁾ などがある。患者の病室の手洗いシンクから遺伝子タイプの一致したカルバペネマーゼ産生腸内細菌科細菌 carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae* (CPE) が検出されたことから、シンクが原因であったとする2012年から2014年にかけてのフランスの調査のように、最近では、湿潤環境を好むCPEが、手洗いシンクから検出されたと報告²⁰⁾ されている。

アウトブレイクの原因菌が一度シンクから検出されると、アウトブレイク源としてその排水口の処置だけでなく、配管全体の交換までも含めた対策が検討され実施されることがある⁹⁾。しかし、配管はトラップ状になっていることが多く、他のシンクの配管ともつながっているため、再びbiofilmを形成する可能性がある。配管内部までを日常的に清掃することは困難であるため、配管の内側はbiofilmが形成されやすい環境であるといえる。したがって、配管すべてを新しく交換することは、一時的な対応策としての効果が期待される。

病院などの医療施設で一般的に設置されているシンクは陶器製かステンレス製が主である。本実験では素材の違いにより残菌数に違いは見られなかった。ステンレス上で methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* (MSSA) が30日間生存していたという報告²¹⁾ がある一方で、ステンレスとポリ塩化ビニル (PVC) プレートへ大腸菌を

付着させ、37℃で4時間経過した時の大腸菌の付着状態を、走査型電子顕微鏡で観察すると、ステンレスでは、マイクロコロニーが認められる程度であるが、PVC 表面では、biofilm 状に増殖し、窪みに多く付着し大腸菌にとっては起伏の多い PVC の方が棲み易く、さらに、固体表面に細菌が付着している状態のほうが、細菌が浮遊している状態よりも、消毒による生菌数の減少が少ない。また付着や運動を担う鞭毛や纖毛を持つ細菌は、疎水性が強く、細胞表面や疎水性プラスチック表面への初期付着では重要な役割を果たすため、粗い表面ほど細菌が残存することが報告されている²²⁾。以上より、シンクの表面は素材本来の滑らかさが維持されるように管理することが重要である。具体的には、表面を傷つけるような金属たわしや、クレンザーの使用を避けることが望ましい。

素材上に塗布した菌種では、*E. coli* は30分間以上静置することで、著しく減菌し、自然乾燥後1時間で検出限界以下となったが、それ以外の菌は、減菌するものの2時間経過後も菌は生存し続けた。*E. coli* は自然乾燥に比較的弱い菌であることが確認された。このことはモデルシンクの実験でも同様の結果を得ることができた。

以上より、シンク素材に菌が付着していると、目視上は表面が乾燥していても、*E. coli* 以外の菌は長時間表面上に生存していることからシンクの内側表面の徹底した洗浄・消毒が重要である。

次に、配管内側に潜んでいる菌がシンクの排水口付近まで上昇するのにシンク内側の乾燥の有無が関係するかどうかについて実験した。配管のU字管内の汚染水に見立てた菌液シャーレ、U字管から排水口までの配管に見立てたペニシリンダー、排水口上部に見立てたペーパーディスクを用いて菌の移動状況について実験した。その結果、乾燥したペニシリンダーでは菌は上昇することはなかったが、蒸留水、生食、ダルベッコ PBS (-)、BHI 培地に浸漬して湿らせたペニシリンダーを菌は上昇移動することが確認された。このことから菌は、乾燥していると上昇移動しないが、湿っていると短時間で活発に上昇移動することが明らかになった。なお、湿らせた液体の違いにより菌の遡上の程度に差が見られ、蒸留水、生食、ダルベッコ PBS (-) で湿らせた場合は良く上昇したが、BHI ではその頻度が低かった。菌液 BHI には塩類による浸透圧に加え、コロイド浸透圧もあるため、蒸留水や生食、ダルベッコ PBS (-) では菌液が塩類濃度

差あるいは浸透圧差に従い菌を伴いながら、拡散・上昇し易かった可能性がある。一方、BHI で湿らせた場合は菌液と等浸透圧であるため、あまり上昇しなかったとも考えられるが、等浸透圧でありながら上昇する場合は、浸透圧以外の要素が働いていると考えられ、そのメカニズムの解明は今後の課題である。実際のシンクでは、配管でつながっている隣接したシンクの使用により、管内の圧変動が生じ、汚染水が移動することにより、菌が上昇または拡散されることが推測される。

本研究より、手洗いシンクの清潔管理においては、見た目には乾燥していても菌は生存するため、日常的にまんべんなく洗浄・消毒することが最も重要であることが確認された。特に手洗いシンクの配管とシンクの接続部分である排水口は、曲面であるため清掃しづらく乾燥が不十分になりやすいため高度に汚染している。また、本研究では菌が湿潤環境を拡散し、ある程度遡上することが明らかになり（表2）、遡上のメカニズムは不明であり今後の課題であるが、排水口とその周囲やドレーンホールなどは念入りに清掃することが重要であることが示唆された。

以上より、配管内を乾燥状態に保つことは菌の拡散防止に重要であることが明らかになったが、手洗いシンクの日常的な清掃行程において、洗浄・消毒後に1時間の乾燥時間を設けることで配管内側までを乾燥させることは困難であり、排水口やシンク全体の細菌数を減少させることに繋がってはいなかった。今後は、配管内部の菌による排水口やシンク表面の汚染を防止する方策に焦点をあて具体的に検討したい。なお医療従事者は手洗いシンクが感染源となり得ることを認識し、処置前に手指消毒を徹底することの重要性について認識する必要がある。

謝辞

本論文は東京医療保健大学大学院博士課程における学位論文をもとにしており、本研究にあたり御指導賜りました東京医療保健大学学長 木村哲先生、医療保健学研究科 岩澤篤郎先生、菅原えりさ先生、ご協力いただきました関係者の方々に心から感謝申し上げます。

■利益相反自己申告：申告すべきものなし

■引用文献

- 1) Lemmen SW, Hafner H, Zolldann D, Stanzel S, Lutticken R. Distribution of multi-resistant Gram-negative versus Gram-positive bacteria in the hospital inanimate environment. *J Hosp Infect* 2004; **56**: 191-197.
- 2) 日本環境感染学会 多剤耐性菌感染制御委員会編. 多剤耐性グラム陰性菌感染制御のためのポジションペーパー 第1版. 環境感染誌 2011; **26**: s1-21.
- 3) Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis* 2006; **6**: 130.
- 4) Lankford MG, Collins S, Youngberg L, Rooney DM, Warren JR, Noskin GA. Assessment of materials commonly utilized in health care: Implications for bacterial survival and transmission. *Am J Infect Control* 2006; **34**: 258-63.
- 5) Weber DJ, Rutala WA, Kanamori H, Gergen MF, Sickbert-Bennet EE. Carbapenem-resistant enterobacteriaceae: Frequency of hospital room contamination and survival on various inoculated surfaces. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2015; **36**: 590-3.
- 6) Roux D, Aubier B, Cochard H, et al. Contaminated sinks in intensive care units: an underestimated source of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae in the patient environment. *J Hosp Infect* 2013; **85**: 106-111.
- 7) Amoureux L, Riedweg K, Chapuis A, et al. Nosocomial infections with IMP-19-producing *Pseudomonas aeruginosa* linked to contaminated sinks, France. *Emerg Infect Dis* 2017; **23**: 304-07.
- 8) Doring G, Horz M, Ortel J, Grupp H, Wolz C. Molecular epidemiology of *Pseudomonas aeruginosa* in an intensive care unit. *Epidemiol. Infect* 1993; **110**: 427-436.
- 9) Bert F, Maubect E, Bruneau B, Berry P, Lambert-Zechovsky N. Multi-resistant *Pseudomonas aeruginosa* outbreak associated with contaminated tap water in a neurosurgery intensive care unit. *J Hosp Infect* 1998; **39**: 53-62.
- 10) Fred AP, Flournoy DJ. Prevalence of gentamicin-and amikacin-resistant bacteria in sink drains. *J Clin Microbiol* 1980; **1**: 79-83.
- 11) Umezawa K, Asai S, Ohshima T, Iwashita H, et al. Outbreak of drug-resistant *Acinetobacter baumannii* ST219 caused by oral care using tap water from contaminated hand hygiene sinks as a reservoir. *Am J Infect Control* 2015; **43**(11): 1249-1251.
- 12) 黒須一見, 佐藤しのぶ, 鴻巣晶子, 中山百合子. *Acinetobacter baumannii* による環境汚染とその介入 *Journal of Healthcare-associated Infection* 2009; **2**: 77-80.
- 13) 伊藤重彦, 中川祐子, 南裕子 他. 一般病棟における除菌剤を用いた環境表面清拭回数と付着菌数の減少効果に関する検討. 環境感染誌 2016; **31**: 165-172.
- 14) Doidge M, Allworth AM, Woods M, et al. Control of an outbreak of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* in Australia after introduction of environmental cleaning with a commercial oxidizing disinfect. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010; **31**: 418-420.
- 15) 河口義隆, 尾家重治, 吉川裕之. MDRP および MDRA に対する複合型塩素系除菌・洗浄剤の有効性. 環境感染誌 2016; **31**: 366-369.
- 16) 今井清隆, 一幡結, 吉盛奈津美他. クロストリジウム・ディフィシル感染症へのペルオキソー硫酸水素カリウム配合除菌・洗浄剤の感染防止効果に関する評価. 医療薬学 2017; **43**: 279-284.
- 17) 鈴木由希, 藤村茂, 目黒美保, 渡辺彰. 水廻り環境より分離される *Pseudomonas aeruginosa* の熱水による除菌効果. 環境感染誌 2008; **5**: 332-337.
- 18) Zhou ZY, Hu B, Gao X, Bao R, Chen M, Li H. Sources of sporadic *Pseudomonas aeruginosa* colonizations/infections in surgical ICUs; Association with contaminated sink trap. *J Infect Chemother* 2016; **22**: 450-455.
- 19) La Forgia C, Franke J, Hacek DM, Thomason RB Jr, Robicsek A, Peterson LR. Management of a multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* outbreak in an intensive care unit using novel environmental disinfections: A38-month report. *Am J Infect Control* 2010; **38**: 259-63.
- 20) Clarivet B, Grau D, Jumas-Bilak E et al. Persisting transmission of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* due to an environmental reservoir in a university hospital, France, 2012 to 2014. *Euro Surveill* 2016; **21**(17): 30213.
- 21) 東野督子, 神谷和人. 医療施設で使用される資材や機材に付着した Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* の各種温度条件における生存性. 環境感染誌. 2011; **26**: 67-73.
- 22) 磯部賢治. (解説) 微生物の生存戦略—固体表面への付着—. 表面科学. 2001; **22**: 652-662.

Effects of drying on the amount of contaminated bacteria of the hand-washing sink

Miho Uchida

Komatsu University Faculty of Health Sciences, Department of Nursing Fundamental Nursing

Abstract

Although it is recommended to add nature drying after washing and disinfection in the cleaning process of the sinks, there is no standardized method, and there is no report that clarified usefulness of drying on the actual clinical site. In order to clarify whether or not drying the hand-washing sinks after washing and disinfection would reduce the amount of bacteria contaminating on the surface of the sinks.

The amount of bacteria was measured with or without drying for 1 hour immediately after washing and disinfection of the hand-washing sink of the staff station followed by continuing use. Experiments were conducted to evaluate the effects of natural drying on the numbers of viable bacteria using various sink materials such as stainless steel, unsaturated polyester resin, epoxy resin and pottery. *Serratia marcescens*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, which are often detected from surrounding wet environment, were used. The wet or dry small pipe, PENICYLINDER™ with 10 mm in height and 8 mm in

diameter regarded as a piping, was contaminated up to 2 mm by standing on a petri dish containing bacterial solutions.

Drying for an hour after washing and disinfecting the sinks showed no constant effects in the numbers of bacteria in the sinks. There was no difference in the reduction of the numbers of viable bacteria among the materials after drying. Only in *E. coli*, the numbers of viable bacteria reduced to almost 0 by drying for 30 minutes.

No bacteria were detected from the paper disc placed on the top of dried PENICYLINDER™ after 1 hour stood on the 6 kinds of bacterial solutions in petri dishes. But in the case of PENICYLINDER™ previous dipped in each of sterile distilled water, saline, phosphate buffer or BHI bacteria were recovered from the paper disc after 1 hour in all six bacterial solutions.

Key words

Hand wash sink, drying, drain