

銀イオンおよび銅イオンによる抗菌塗装把手の有効性の検証

村端真由美¹⁾, 矢野 久子²⁾, 中村 明子³⁾, 奥住 捷子⁴⁾

Effectiveness of an antibacterial coating containing silver and copper ions for door handles

Mayumi MURABATA, Hisako YANO, Akiko NAKAMURA, Katsuko OKUZUMI

Abstract

Objective: To clarify the long-term antibacterial effectiveness of a silver and copper ion coating on toilet door handles.

Method: Twelve toilet door handles treated with an antibacterial coating and four uncoated handles were evaluated. Each handle was tested 12 times, from immediately after installation to 12 months later. In testing, one clinical laboratory engineer wiped the surface of the handle with a sterile cotton swab at constant pressure. For bacteriological examination, the swab was suspended in 1 mL of sterile physiological saline, 100 μ L of which was then dropped on a blood agar medium and applied over its entire surface. Aerobic culture was performed at 35°C for 48 hours, and the number of colonies was then counted. Statistical analysis was performed by chi-square test.

Result: Door handles with the antibacterial coating were culture-positive in 4 of 144 locations (2.8%), whereas uncoated handles were culture positive in 43 of 48 locations (89.6%). Of the handles with antibacterial coating, three were culture-positive immediately after installation and one was positive after 3 weeks. Almost all of the uncoated handles were culture-positive throughout the survey period.

Conclusion: The culture-positive rate of toilet door handles with an antibacterial coating tested from immediately after to 12 months after installation was 2.8%, which was significantly lower than the rate in uncoated handles (89.6%; $p < 0.001$). These rates indicate that the present coating containing silver and copper ions has long-lasting bactericidal action.

Key Words: Silver ion, Copper ion, Antibacterial coating, Long-term use, Antibacterial effect

I. 序論

細菌やウイルスなどの病原体による感染を予防することは、医療施設などにおいてきわめて重要な課題である。標準予防策をはじめとした感染対策が複合的に実践されるが、なかでも、環境整備は、医療関連感染対策において重要な役割を果たしている。2003年「医療施設における環境感染管理のためのガイドライン」

(Schulster et al., 2003) では、患者ケア区域の環境表面を接触頻度で区分する考えが示された。その中で、ドアノブやベッド柵等の高頻度接触部分では、頻繁に清掃・消毒することが求められている。

我が国においても、厚生労働省医政局指導課長通知(2011)の医療機関等における院内感染対策において「院内感染は、人から人への直接接触、又は医療機器、環境等を介して発生する」と記述され、院内感染対策

1) 三重大学大学院医学系研究科看護学専攻
2) 名古屋市立大学大学院看護学研究科
3) 愛知医科大学病院 感染制御部
4) 上尾中央総合病院 検査技術科

に有用な設備の適切な整備やドアノブ、ベッド柵など、医療従事者や患者が頻繁に接触する箇所の清掃についても言及された。

また、2008年3月、米国環境保護庁が抗菌特性を備えた最初の金属として銅を登録し、銅および銅合金の公衆衛生における殺菌力を表示することを認可した (Vincent et al., 2018)。

Schmidt ら (2012) は米国の3病院の集中治療室で実施した研究において、抗菌性銅合金はその接触面におけるメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (*methicillin-resistant Staphylococcus aureus*: MRSA) およびバンコマイシン耐性腸球菌のコロニー形成や感染、医療関連感染 (health-care-associated infection: HAI) の獲得率に影響し、細菌負荷を97%軽減したと報告している。

さらに、銀を含有するさまざまな形のドレッシング材が開発され、欧米、特にヨーロッパで広く臨床で使用されている。わが国でも2008年に1種類の銀含有ドレッシング材が発売された。本資材は創を湿潤環境に保つ特性を持ちながら、常に被覆材内の銀イオン (Ag^+) 濃度を1 ppmの低濃度で一定に維持することが示されている。 Ag^+ は黄色ブドウ球菌 *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)、緑膿菌、嫌気性菌に対し抗菌効果を有しているという報告 (館, 2009) がある。歯科領域においては、 Ag^+ 添加による歯冠材料の抗菌効果が明らかにされており (田村, 2013)、医療にも Ag^+ 含有の製品が使用されるようになってきている。

細菌の生存は、環境の条件によって異なるが、*S. aureus* や *Enterobacter* 属、*Clostridioides difficile* (*C. difficile*) 等は、療養環境に長期間生存することが知られている (Bernard et al.; 1999, Oie et al.; 2002, French et al.; 2004, Grainger et al.; 2019)。銅の抗菌効果を検討した東野ら (2011) の報告では、20℃の環境下において、湿度に関係なく *S. aureus* は1日も生存できなかったことを明らかにしている。

療養環境における検討では、坂上 (2009) は、銀化合物のトイレ環境下での抗菌効果を検証するため、銀化合物並びに銀化合物配合水洗トイレ用芳香洗浄製品の大腸菌 (*Escherichia coli*; *E. coli*) および *S. aureus* に対する抗菌効果を検討し、銀化合物並びに銀配合製品の効果を明らかにしている。さらに、森ら (2019) は、血

液内科病棟の高頻度接触部位であるドア把手に銅製品と従来品を比較し、銅製品の殺菌効果を明らかにしている。

細菌や真菌、ウイルスは金属銅の表面で急速に死滅するため、医療現場で抗菌材料として銅が使用され、サイドテーブルやワゴン、バスルームの備品、ベッドレール、ドアノブ等が導入されるようになってきている (Grass et al., 2011)。しかし、これらの製品は導入コストや、洋白銅の腐食によるメンテナンス面での課題が指摘されている。加えて、長期間使用による抗菌塗装の効果を検討したものは見当たらない。

そこで、本研究は、 Ag^+ と銅イオン (Cu^{2+}) を塗装したトイレのドア把手における長期間使用での抗菌効果を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象

日常生活で多くの人々が使用し、細菌やウイルスによる汚染環境になり得て、塗装が可能な物品であることを考慮し、当看護学科棟のトイレのステンレスを基材としたドア把手を研究対象とした。ドアの外側と内側をセットに1カ所として数え、抗菌塗装済ドア把手3カ所と非抗菌塗装ドア把手1カ所の計4カ所を4つのフロアに設置した (図1)。抗菌塗装済ドア把手12カ所、非抗菌塗装ドア把手4カ所の計16カ所で細菌検査を実施した。いずれのドア把手も未使用製品を使用した。

1日にのべ50人以上が使用すると考えられる階のトイレを選択した。清掃は、1名の清掃員が清掃作業を行っており、業務契約外のためドア把手の清拭は行っていない。

2. 材料の特徴および安全性

ドア把手の塗装では、株式会社 GMT (三重県津市) が開発した塗料を使用した。本塗装は、銅の粉体微粒子の上から銀をコーティングした抗菌剤を塗料主剤に一定比率で混合して使用するもので、塗装表面に出た抗菌剤から持続的に銀イオンおよび銅イオンが放出され、細菌の細胞膜の破壊または代謝阻害により、その



非抗菌塗装ドア把手

抗菌塗装済ドア把手

図1 非抗菌塗装ドア把手および抗菌塗装済ドア把手

増殖を抑制するものである。

本塗装は、実験室内の検討において、15分以内に99%除菌し、1時間以内に菌数が0になっており、実験上は、抗菌効果があると証明されている。しかし、長期間の使用による抗菌効果や日常的に使用中での抗菌効果は不明であった。

抗菌塗装の基材は、専門機関による調査によって、環境負荷物質非含有であり、有害な物質が含まれていないことを証明し、安全性の担保を行った。

さらに使用する塗料は、室内金属類に関して、シックハウス症候群の原因となるホルムアルデヒド規制商品登録のF☆☆☆☆（フォースター）を2004年に取得し、安全性の確保はできているものであった。

現在の塗装技術では、塗料に銀・銅を添加することで、表面にざらつきが生じる。そのため、その凸凹面に消毒薬や点滴薬、その他の物質が付着し、拭き取りが困難になることで、汚染する可能性を懸念した。そこで、塗装表面に10%ポビドンヨードを塗布し、それが、日常的に使用している消毒用ワイブによる清拭で除去できることが確認した。

また、本抗菌塗装は、 Ag^+ と Cu^{2+} を放出する抗菌塗装技術を用いており、銅製品や洋白銅のように腐食によるメンテナンスが不要である。

3. 調査時期

調査期間は、2015年11月～2016年11月であった。

微生物の増殖時期を考慮し、1年間を通して調査を実施するため、設置直後（設置後30分から1時間程度の経過後）、4日後、1週間後、2週間後、3週間後、1ヵ月後、2ヵ月後、4ヵ月後、6ヵ月後、8ヵ月後、10ヵ月後、12ヵ月後の合計12回調査を行った。

4. 試料採取および細菌学的検査

試料採取は、各調査時期に、熟練の臨床検査技師1名がドア把手の表面を滅菌生理食塩水に浸漬した滅菌綿棒を用いて、一定の圧力で拭き取った。

細菌学的検査は、拭き取った滅菌綿棒を滅菌生理食塩液1mLに懸濁させ、そのうちの100 μ Lをヒツジ血液寒天培地に滴下し、培地一面に塗抹し35 $^{\circ}$ C48時間好気培養を行い、その後培地上の集落数を数えた。

統計学的分析は、IBM SPSS Statistics version 27 (IBM, Armonk, NY, USA)を用いて、カイ2乗検定を行った。分析は全て有意水準5%の両側検定を行った。

5. 倫理的配慮

本研究は、所属施設の研究倫理審査委員会にて承認（承認番号：1552）を得て実施した。トイレの使用者に

対しては、研究の趣旨および研究者の連絡先を明記した掲示物を調査実施場所に掲示し、実施した。

調査実施場所のトイレには、塗装済箇所と非塗装箇所を設け、利用者が自由に選択できるようにし、塗装済箇所は、他の部分に比べ、塗料の色（やや黒っぽい金色）とドア把手外側小窓の色（未使用時は青色）の識別により、選択できるようにした。

III. 結果

抗菌塗装済ドア把手および非抗菌塗装ドア把手の長期使用経過に伴う培養結果を表1および図2に示した。

1. 抗菌塗装の有無別の抗菌効果

対象となった抗菌塗装済ドア把手は、のべ144カ所、非抗菌塗装ドア把手はのべ48カ所であった。

抗菌塗装の有無別の培養陽性率は、抗菌塗装済ドア把手で検査件数144カ所中4カ所（2.8%）、非抗菌塗装ドア把手で48カ所中43カ所（89.6%）であった。さらに培養陽性となったドア把手の菌量は、抗菌塗装済ドア把手では1～16CFU（中央値0CFU）、非抗菌塗装ドア把手では4～300以上CFU（中央値32.5CFU）であった。

2. 長期使用に伴う抗菌効果

抗菌塗装済ドア把手における、培養陽性となった4カ所の培養陽性時期は、設置直後が3カ所、設置3週間後が1カ所であった。抗菌塗装済ドア把手では、設置後1ヵ月以降では培養陽性となることはなかった。培養陽性時のコロニー形成数は、設置直後に培養陽性になった3カ所では、それぞれ1CFU、4CFU、16CFUであり、設置3週間後に培養陽性になった1カ所では2CFUであった。

非抗菌塗装ドア把手における、培養陽性となった43カ所であり、非抗菌塗装ドア把手では、調査期間を通して培養陽性（中央値11.0～63.5CFU）であった。

非抗菌塗装ドア把手の培養陰性であった5カ所の内訳は、設置直後が1カ所であった。残りの4カ所は同一の場所であり、陰性時期は、4日後、2ヵ月後、10ヵ月後、12ヵ月後であった。

さらに、抗菌塗装済ドア把手の長期使用に伴う、塗装の劣化を図3に示した。12ヵ月後の調査時に、12カ所すべての抗菌塗装済ドア把手の内側と3カ所の外側に塗装表面の傷が認められた。

表1 抗菌塗装済ドア把手および非抗菌塗装ドア把手の長期使用経過に伴う培養結果

サンプリング場所	種別	菌量 (CFU)											
		直後	4日後	1週間後	2週間後	3週間後	1ヵ月後	2ヵ月後	4ヵ月後	6ヵ月後	8ヵ月後	10ヵ月後	12ヵ月後
ドア把手-1	抗菌 塗装	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-2		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-3		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-4		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-5		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-6		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-7		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-8		16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-9		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-10		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-11		—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-12		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ドア把手-13	非抗菌 塗装	11	34	21	21	17	75	42	56	24	61	59	60
ドア把手-14		—	14	178	47	3	26	128	25	7	18	15	41
ドア把手-15		49	—	42	45	79	4	—	71	59	7	—	—
ドア把手-16		47	26	31	79	300 ↑	300 ↑	24	79	270	71	7	11

非抗菌塗装 菌量中央値 23.5 20 36.5 46 48 50.5 33 63.5 41.5 39.5 11 26

*—：培養陰性

*■：培養陰性もしくはコントロール（非抗菌塗装）に比べて著しく菌量が減少した箇所（減少幅 1/10 以上）

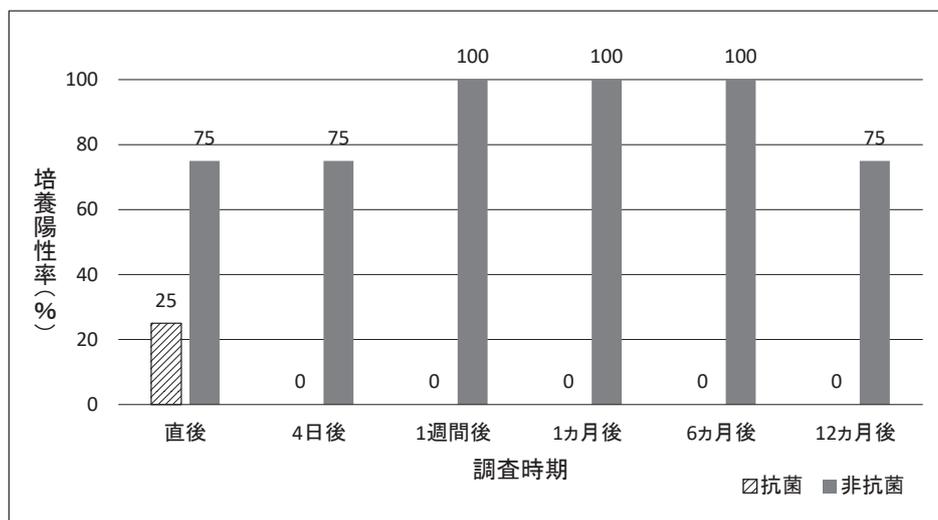


図2 抗菌塗装ドア把手および非抗菌塗装ドア把手の長期使用経過に伴う培養陽性率



図3 1年間の使用による抗菌塗装済ドア把手の塗装表面の傷

IV. 考察

1. 長期使用による抗菌塗装の効果

抗菌塗装済ドア把手は、設置直後から12カ月間の培養陽性率が非抗菌塗装ドア把手の89.6%に比べ2.8%と有意に低かった ($P < 0.001$)。日常的に使用するドア把手では、抗菌塗装を行った製品は抗菌塗装を行っていない製品に比べその抗菌効果が長時間にわたり維持されることがわかった。

平松ら (2018) は、病室のプライバシーカーテンに銀系抗菌剤をコーティングし、使用後1日目から28日目までの通常カーテンと抗菌剤をコーティングした抗菌カーテンの比較検討を行った。その結果、7日目、15日目、28日目の抗菌カーテンは、通常カーテンに比べ菌増加量が有意に抑制されていた。同様に、本検討においても、設置直後に抗菌済ドア把手から検出された3カ所を除き、その他は、すべてコントロール群である非抗菌塗装ドア把手と比較し、培養陽性率が有意に低かった。

Noyce ら (2006) は、銅に付着させた MRSA の生存性の検討で6時間以内に死滅すると報告している。また、銅の殺菌メカニズムは、①イオン化した Cu^{2+} が菌体に取り込まれ直接タンパク質の官能基や酵素のチオール基の結合し、DNA の架橋を阻害することによって起こるものや、② Cu^{2+} が金属銅の表面に生成された過酸化水素と反応してできた活性酸素や OH ラジカルによって起こるもの (笹原 他; 2006, 熊田 他; 2001) が考えられている。東野ら (2011) の 5°C , 20°C , 35°C の各種温度条件における MRSA の銀片及び銅片上での生存性の検討では、銀片ではすべての環境温度及び時期において MRSA が検出された。一方、銅片は、いずれの環境温度においても試験菌付着直後は生存が認められたが、乾燥直後から30日後までの MRSA の生存は認められなかった。

以上のことから、今回の検討において、設置直後から数時間は抗菌効果が十分ではない可能性があるが、設置後4日以降では十分な抗菌効果が期待できる。さらに、設置後4日以降、培養陰性あるいはコントロール群である非抗菌塗装ドア把手と比較し、著しく菌量が減少していた抗菌塗装済ドア把手は、殺菌メカニズムが成立していたと考えられる。

諸外国からの報告では、酸化銅による処理を施された物品や銅合金そのものを使用した検討 (Schmidt et al.; 2012, Albarqouni et al.; 2020, Marik et al.; 2020) において、いずれも銅の抗菌効果が明らかにされている。今回使用した抗菌塗装済ドア把手は、ステンレス基材に抗菌効果のある塗装を施している。そのため、1年間の長

期使用により、銅合金では見られない接触面の傷や塗装の剥離が確認された。本塗装の抗菌メカニズムは、塗装表面から Ag^{+} および Cu^{2+} を放出し、細菌の増殖を抑えるものである。そのため、塗装面の傷や塗装の剥離によって、抗菌効果が減退あるいは消滅することが予測される。今回1年間の使用では、わずかな傷のみであり、塗装面全体への影響はほとんど見られなかったため、抗菌作用としては問題がなかったと考えられる。しかし、数年単位の使用による塗装面の剥離は、容易に想像できる。今後は、これらを考慮して、一定期間毎の再塗装の実施や傷つき難い、塗装面の剥離し難い製品の開発を検討していく必要がある。

2. 医療・介護領域への応用

今回使用した抗菌塗装済ドア把手は、長期間使用することでの塗装面の傷や塗装の剥離という問題はあるが、酸化銅や洋白銅に比べ、腐食によるメンテナンスが不要であり、安価に使用できる特徴がある。殺菌メカニズム (笹原 他; 2006, 熊田 他; 2001) を考慮すると、細菌やウイルス等の病原微生物の接触直後はその効果は乏しいものの、数時間で効果を示し、抗菌効果が長時間継続する点において、有益であることが示唆される。

Albarqouni ら (2020) は、2013年から2020年の間に報告された銅による病室処理が HAI に及ぼす効果を検討した7報の研究を対象にしてシステマティックレビューおよびメタアナリシスを実施し、現行のエビデンスは、強い肯定的推奨をするには不十分であるが、臨床的・経済的な費用を考慮すると、銅による処理がもたらす予防効果の可能性は重要であると述べている。また、Marik ら (2020) の前向きクワシター無作為化クロスオーバー臨床試験では、酸化銅含浸のリネンを使用した患者と標準的なリネンを使用した患者を比較して HAI の発生率の差や中心静脈カテーテルによる血流感染または膀胱留置カテーテルによる尿路感染の発生率に差は認められなかったものの、*C. difficile* による感染症の数に有意な減少 ($P=0.002$) が認められた。

「医療施設における環境感染管理のためのガイドライン」(Schulster et al., 2003) では、環境表面を接触頻度で区分され、ドアノブやベッド柵等の高頻度接触部分では、頻繁に清掃・消毒することが求められている。しかし、プライバシーカーテンや小児病棟のプレイルームの床等、接触頻度は高いものの布製や広範囲であることから、交換頻度や毎日の清掃には時間がかかり、各施設によってさまざまな対応となっており、管理方法が整備されていない施設も少なくない (竹内 他, 2012)。そのため、日常的な清掃や消毒ができない血圧計のカ

フ、ベッドのマットレス、体位交換用枕などの備品や小児病棟など玩具等に活用でき、医療や介護の療養環境における毒性や皮膚刺激性のリスクが低い抗菌製品への期待は大きいと考えられる。

細菌の抗菌薬への耐性化機構には、①抗菌薬の不活化する機構、②抗菌薬を排出する機構、③抗菌薬の取り込みを低下させる機構、④抗菌薬の標的部位を変化させ抗菌薬の作用を低下させる機構、などがあげられる。Ag⁺などの重金属イオンはその作用が非特異的であるため、抗菌薬同様に①～③の機構で細菌の重金属イオンに対する耐性化が起きることも考えられる（松村, 2005）。①の代表例であるメタルチオネインは、重金属イオンと複合体を形成する蛋白質であり、細胞内での遊離の重金属イオンを減少させる効果がある。②では、重金属イオンの排出ポンプが細胞膜に点在していることが知られている（松村, 2005）。特に、Ag⁺ 特異的な排出ポンプがサルモネラで発見されている（Gupta et al., 1999）。抗菌薬の不適切な使用を背景として、薬剤耐性菌が世界的に増加し国際社会でも大きな課題であり（厚生労働省, 2020）、今後、重金属イオン耐性菌の出現の可能性もあり得る。しかし、薬剤耐性菌が国際的な課題となっている今、Ag⁺ や Cu²⁺ といった重金属イオンによる抗菌材の療養環境への導入は意義があると考えられる。

今回使用した抗菌塗装は、布製品への応用ができないことや塗装の剥離や耐性菌の出現の可能性という問題点はあるが、メンテナンスが少なく、抗菌効果が長期間継続する抗菌製品の使用という点や環境への配慮という観点からも評価でき、医療や介護の療養環境における使用は HAI の減少につながる可能性があると考えられる。

3. 本研究の課題と限界

今回、日常的に使用する環境での調査を行った結果、対象の塗料は医療・介護・福祉の現場で使用可能な製品化への可能性があるとして示唆された。しかしながら、今回塗装を行った製品は、ステンレス製のドア把手のみであり、塗装前の基材の材質による検討はできていない。東野ら（2011）の *S.aureus* を用いた検討では、非金属類、金属類に付着した *S.aureus* の生存性は、材質の違いにより異なっていた。したがって、今後これらの塗装を使った商品開発や製品化を進めていくためには、基材の種類による抗菌効果への影響を検討する必要がある。

また、今回の検討において培養陽性になった検出菌の同定は行っていない。そのため、どのような菌が分離されていたのかは不明である。森ら（2019）の血液内科病棟の高頻度接触部位に銅製品を導入した検討で

明らかになったように、銅製品は従来製品に比べ有意な殺菌効果を認めたが、銅製品から *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) が検出されていた。銅合金製品のウイルス活性に関しては、Warnes ら（2013）が乾燥した銅合金表面上のノロウイルスの不活化を、Noyce ら（2007）が銅とステンレス鋼の表面でのインフルエンザ A ウイルスの不活化を報告している。また、Doremalen ら（2020）は、銅の上では、生きた SARS-CoV-2 が 4 時間後に、生きた SARS CoV-1 が 8 時間後に検出されなかったことを明らかにしている。

以上より、病原微生物の相違による抗菌効果への影響、特に、*B. subtilis* や *C. difficile* のような芽胞を形成する菌に対する抗菌効果および細菌やウイルスの繁殖による影響等、さらなる微生物学的な評価を行い検証していくことが必要である。

V. 結論

抗菌塗装済ドア把手と非抗菌塗装ドア把手を 1 年間使用し、細菌学的検討による抗菌効果の検討を行ない、以下の点が明らかとなった。

1. 抗菌塗装済把手は、設置直後から 12 カ月後までの培養陽性率が非抗菌塗装把手の 89.6% に比べ 2.8% と低く ($p < 0.001$)、抗菌効果があった。
2. 1 年間の長期使用により、塗装表面の一部に傷つきがみられたが、抗菌作用としては問題がなかった。
3. 今回使用した抗菌塗装の技術は、人体へ無害であり、洋白銅の腐食によるメンテナンスが不要であり、安価であることから、医療・介護・福祉の環境表面への塗装に応用可能である。

謝 辞

本研究は、平成 27 年度 みえライフイノベーション総合特区推進費補助金を受け、株式会社 GMT コーポレーションとの共同研究で実施した。

開示すべき COI 関係にある企業として、受託研究・共同研究費：あり（有限会社 GMT コーポレーション）

本研究の一部は、第 32 回日本環境感染学会総会・学術集会において発表した。

文 献

Albarqouni, L., Byambasuren, O., Clark, J., et al. (2020) Does copper treatment of commonly touched surfaces reduce

- healthcare-acquired infections? A systematic review and meta-analysis, *Journal of Hospital Infection*, 106, 765-773.
- Bernard, L., Kereveur, A., Durand, D., et al. (1999). Bacterial contamination of hospital physicians' stethoscopes, *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 20, 626-628.
- Doremalen, N, V., Bushmaker, T., Morris, D, H., et al. (2020) Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1, *New England Journal of Medicine*, 382(16): 1564-1567.
- French, G, L., Otter, J, A., Shannon, K, P., et al. (2004). Tracking contamination of the hospital environment by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): a comparison between conventional terminal cleaning and hydrogen peroxide vapour decontamination, *Journal of Hospital Infection*, 57, 31-37.
- Grainger, R, J., Stevens, N, T., Humphreys, H. (2019). Approaches to the detection of *Clostridioides difficile* in the healthcare environment, *Journal of Hospital Infection*, 103(4), 375-381.
- Grass, G., Rensing, C., Solioz, M. (2011). Metallic copper as an antimicrobial surface, *Applied and Environmental Microbiology*, 77(5), 1541-1547.
- Gupta, A., Matsui, K., Lo, J, F., et al. (1999). Molecular basis for resistance to silver cations in *Salmonella*, *Nature Medicine*, 5(2), 183-188.
- 東野督子, 神谷和人 (2011). 医療施設で使用される資材や器材に付着した Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* の各種温度条件における生存性, *日本環境感染学会誌*, 26 (2), 67-73.
- 平松玉江, 久々湊由佳子, 阿部洋史, 他 (2018). 病室プライバシーカーテンに対する銀系抗菌剤使用の持続効果, *日本環境感染学会誌*, 33 (5), 225-229.
- 厚生労働省 (2011) 厚生労働省医政局指導課長通知 医療機関等における院内感染対策について 医政指発0617 第1号 <https://www.mhlw.go.jp/topics/2012/01/dl/tp0118-1-76.pdf> (閲覧日: 2021年11月28日)
- 厚生労働省 (2020) 薬剤耐性ワンヘルス動向調査年次報告書 2020 <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000715546.pdf> (閲覧日: 2021年11月28日)
- 熊田誠, 赤田倫治, 小渕茂寿 (2001). 銅表面の抗菌性, *伸銅技術研究会誌*, 40, 122-127.
- Marik, P, E., Shankaran, S., King, L. (2020). The effect of copper-oxide-treated soft and hard surfaces on the incidence of healthcare-associated infections: a two-phase study, *Journal of Hospital Infection*, 105, 265-271.
- 松村吉信 (2005). 銀イオンや銅イオンの抗菌性 作用メカニズムと微生物適応戦略, *化学と教育*, 53 (5), 288-291.
- 森毅彦, 菊池拓, 櫻井政寿, 他 (2019). 血液内科病棟の高頻度接触部位に銅製品を導入することによる殺菌効果, *臨床血液*, 60 (1), 3-6.
- Noyce, J, O., Michels, H., Keevil, C, W. (2006). Potential use of copper surfaces to reduce survival of epidemic methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the healthcare environment, *Journal of Hospital Infection*, 63, 289-297.
- Noyce, J, O., Michels, H., Keevil, C, W. (2007). Inactivation of influenza A virus on copper versus stainless steel surfaces, *Applied and Environmental Microbiology*, 73(8): 2748-50.
- Oie, S., Hosokawa, I., Kamiya, A. (2002). Contamination of room doorhandles by methicillin-sensitive/ methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Journal of Hospital Infection*, 51(2), 140-143.
- 坂上吉一, 袋瀬直晃, 米虫節夫, 他 (2009). 銀化合物の抗菌効果検証に関する基礎的研究, *防菌防黴*, 37 (7), 495-499.
- 笹原武志, 菊野理津子, 中村健, 他 (2006). 銅管による *Cryptosporidium parvum* オーシストの感染性不活化, *日本感染症学雑誌*, 80 (4) 377-382.
- Schmidt, M, G., Attaway, H, H., Sharpe, P, A., et al. (2012). Sustained reduction of microbial burden on common hospital surfaces through introduction of copper, *Journal of Clinical Microbiology*, 50, 2217-2223.
- Sehulster, L., Chinn, R, Y.W., (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), *MMWR. Recommendations and reports*, 52 (RR-10), 1-42.
- 館正弘, 武田睦 (2009). 皮膚疾患治療のポイント 銀含有ドレッシング材の効用, *臨床皮膚科*, 63 (5), 111-114.
- 竹内千恵, 小林寛伊, 菅原えりさ (2012). 自施設訪問ラウンドからみる施設環境対策を中心とした建築設備的感染制御策, *医療関連感染*, 5 (2), 42-46.
- 田村拓馬 (2013). 銀イオン添加による歯冠材料の抗菌作用に関する研究 添加量による抗菌作用の変化, *日本歯科大学東京短期大学雑誌*, 3 (1), 82-86.
- Vincent, M., Duval, R, E., Hartemann P., et al. (2018). Contact killing and antimicrobial properties of copper, *Journal Applied Microbiology*, 124(5), 1032-1046.
- Warnes, S, L., Keevil, C,W. (2013). Inactivation of norovirus on dry copper alloy surfaces. *PLoS ONE*, 8(9): e75017. doi: 10.1371/journal.pone.0075017.

要 旨

【目的】 銀イオンと銅イオンを塗装したトイレのドア把手における長期間の使用による抗菌効果を明らかにすること。

【方法】 評価はトイレのドア把手 16カ所で実施した。各々を設置直後から12ヵ月後までの間に12回の調査を繰り返し行った。試料採取は、臨床検査技師1名が表面を滅菌綿棒で一定の圧力で拭き取った。細菌学的検査は、拭き取った滅菌綿棒を滅菌生理食塩液1mLに懸濁させ、その100 μ Lを血液寒天培地に滴下し、培地一面に塗布し35 $^{\circ}$ C 48時間好気培養後、集落数を数えた。統計学的分析は、カイ2乗検定を行った。

【結果】 抗菌塗装済ドア把手は、144カ所中4カ所(2.8%)において培養陽性であったが、非抗菌塗装ドア把手は、48カ所中43カ所(89.6%)において培養陽性であった。培養陽性となったドア把手は、抗菌塗装済ドア把手では、設置直後が3カ所、設置3週間後が1カ所であり、非抗菌塗装ドア把手では、調査時期全般で認められた。

【結論】 抗菌塗装済ドア把手は、設置直後から12ヵ月後までの培養陽性率が非抗菌塗装ドア把手の89.6%に比べ2.8%と有意に低かった($p < 0.001$)。今回使用した銀イオンと銅イオンの塗装は、長期間にわたり殺菌的に作用したと考えられる。

キーワード： 銀イオン, 銅イオン, 抗菌塗装, 長期使用, 抗菌効果