

# 新型コロナ対応の洗浄・除菌剤として防衛医科大学校からの派遣衛生活動で使われている貝殻焼成酸化カルシウム水 (BiSCaO Water)

NPO 法人 NBCR 対策推進機構 副理事長／株式会社プラスラボ 取締役 CSO (Chief Scientific Officer)／防衛医科大学校 名誉教授

石原 雅之

株式会社プラスラボ 代表取締役 CEO

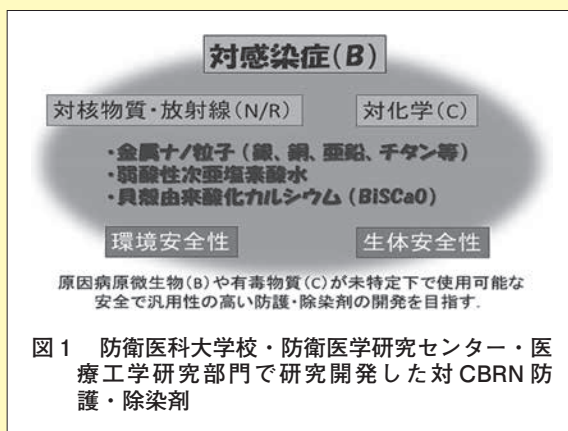
沢田 新一

## 概要

- (1) ダイヤモンドプリンセスや大阪コロナ重症センターの派遣事案の際、防衛医科大学校からの派遣医療従事者の感染者がゼロであった。その陰の立役者は、貝殻焼成酸化カルシウム水 (BiSCaO Water) である。
- (2) BiSCaO Water は、エタノール、次亜塩素酸水に比較して、強力な殺菌効果およびウイルス不活化能力を有する。
- (3) 肌あれ等を起こさない生体に優しい能力を有する上、廃棄物として処理されるホタテ貝の貝殻を使って製造し有害物質を生成しない。
- (4) BiSCaO Water は、世界で他に類を見ない安全な革新的洗浄・除菌剤であり、唯一無二の存在である。
- (5) 本解説では、BiSCaO Water の洗浄・除菌能力および安全性が、エタノールや次亜塩素酸水に比較して、いかに優れているかを中心に検証した成果を中心に述べる。

## はじめに

図1に示したように防衛医科大学校・防衛医学研究センター・医療工学研究部門では、これまで10年以上にわたり、安全で汎用性の高い対CBRN〔核/放射物質 (N/R)、病原微生物 (B)、有毒化学物質 (C)〕防護・除染剤についての研究・開発を行ってきた。この中には、銀、銅、酸化亜鉛、酸化チタン等の金属ナノ粒子、弱酸性次亜塩素酸水、アルコール類および貝殻由来酸



化カルシウム (BiSCaO) の適用を含んでいる。

新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) による最近の世界的なコロナウイルス病 (COVID-19) の流行は大きな危機を引き起こしている。エタノール、次亜塩素酸製剤などの消毒・殺菌剤は広範な殺微生物活性を有しており、特にウイルスのエンベロープと呼ばれる脂質を主成分とする外膜を破壊することにより、SARS-CoV-2に対しても不活化活性を有することが示されている。しかし、エタノールは引火性の問題、直接肌に触れると肌荒れなど副作用があり、さらに化学繊維、プラスチック、不織布を溶解・劣化させる。次亜塩素酸ナトリウム (pH >10) は、200ppm (ppm: 百万分率) 以下の低濃度では活性は弱く洗浄・除菌剤適用には高濃度液が必要となる<sup>1), 2)</sup>。微弱酸性次亜塩素酸水 (pH ≈ 6) の殺菌活性は、次亜塩素酸ナトリウムよりも数十倍高いことが知られているが、一般に使われている50ppm以下の濃度で有機物の共存下、25℃以上の温度、紫外線を含んだ太陽光で容易に分解・失活する。100ppm以上の高濃度ではクロロアミンや塩素ガスを含んだ有害物質の産生の危惧があり、酸化力による脱色性、金属腐食性が強くその使用は制限される。従って、SARS-CoV-2をはじめとする病原微生物を有効に除菌・不活化することができ、かつ有害な副作用や環境破壊がない生体や環境に優しい洗浄・除菌剤が、防衛衛生および環境衛生に資するために必要不可欠である。

国内外にはCaCO<sub>3</sub>の原料となる石灰石が、大量に存在し、石灰石を石油や天然ガスなどの化石燃料で焼成して得られる焼成カルシウムとして生石灰 (酸化カルシウム: CaO) やその水和物である消石灰 [水酸化カルシウム: Ca (OH)<sub>2</sub>] も生産されている。これら生石灰と消石灰は安価に入手でき、吸着剤、有毒廃棄物処理剤、アルカリ化剤としてさまざまな産業で使用されており、除菌活性を有することも知られた無機化合物である。ただし、どちらも主として化石燃料を用いた焼成時に生じる微小粒子状物質 (Particulate matters) や石灰石に含まれる重金属等、有害な

不純物が多く含まれ、加えて生石灰は水と水和反応して高熱を発生し易いという危険を伴っており<sup>3), 4)</sup>、食品や生体への直接使用は禁忌である。

他方、各種貝殻や卵殻の焼成から除菌・消臭活性を有するCaOやCa (OH)<sub>2</sub>微粒子の製造が研究・開発されている。特にホタテ貝殻は、現在、ほとんどが産業廃棄物として廃棄されており、廃棄された貝殻は日本の収穫地域の海岸に蓄積・放置され、悪臭や貝殻からの有害物質の放出による土壌汚染などの深刻な問題を引き起こしている<sup>5)</sup>。現在、ホタテ貝殻焼成カルシウムは、食品添加物等としていくつかの製品が市販されているが、ほとんどが焼成で生成したCaOを水和させたCa (OH)<sub>2</sub>が主成分の製品で、洗浄・除菌効果はホタテ貝殻焼成酸化カルシウム (BiSCaO) よりもはるかに弱い。5年以上の間、共同研究・開発を行っているプラスラボ(株)製のBiSCaO<sup>®</sup>粉末は、粒径が平均6μmで99.5%以上の純度の高純度酸化カルシウム (CaO) で構成された生体や環境に優しい世界で他に類のない洗浄・除菌剤である<sup>6), 7)</sup>。さらにBiSCaO<sup>®</sup>から製造されたBiSCaO Waterは無色・透明で、pH12.7以上の高濃度カルシウムイオン水であり、喫緊の課題であるCOVID-19対応のためBiSCaO<sup>®</sup>を基に昨年、急遽、商品化された。

本稿では、防衛省の防衛医学先端研究の研究題目として2017~2019年の間、洗浄・除菌剤として実用化を目指した研究・開発を実施してきた除染剤としてのBiSCaO<sup>®</sup>そしてBiSCaO Waterを紹介し、その有効性および環境や生体に対する安全性についてアルコールおよび次亜塩素酸水と比較・検証した。

## 有用で安全な洗浄・除菌剤としてのBiSCaO<sup>®</sup>およびBiSCaO Water

### (1) BiSCaO 含有液体の調製と特性

防衛医科大学校・防衛医学研究センターでは、**図2**に示すように研究材料としているBiSCaO<sup>®</sup>を基にした懸濁液、分散液、コロイ



図2 BiSCaO 含有液および BiSCaO Water の形態と適用

ド分散液および BiSCaO Water を製造した。BiSCaO<sup>®</sup> 微粉末自体は、強アルカリ条件下では水にほとんど溶けないため、高濃度の BiSCaO<sup>®</sup> を含む水懸濁液は、生成した不溶沈殿物のためにスプレーノズルを頻繁に詰まらせてしまう。この沈殿物の生成は、Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> や Na-polyPO<sub>4</sub> などのリン酸化合物を BiSCaO<sup>®</sup> 含有懸濁液に添加することでそれぞれ分散液およびコロイド分散液となり、防止できることを報告した<sup>6), 7)</sup>。これらの得られた BiSCaO 分散液とコロイド分散液は、沈殿を伴う BiSCaO<sup>®</sup> 懸濁液よりも高い消臭と除菌活性を示した<sup>6), 7)</sup>。さらに、洗浄・除菌・消臭力による COVID-19 を含めた感染症防護・除染対策のためだけでなくカルシウム強化および食品保存延長のための食品添加物<sup>8)</sup> および飼料添加物としての製造承認を受けている。さらに C 剤として分類される PCB 等のダイオキシン類や水溶性有機リン系農薬除染剤として有効で安全な凝集沈殿除去および分解・無毒化効果を見出ししてきた。

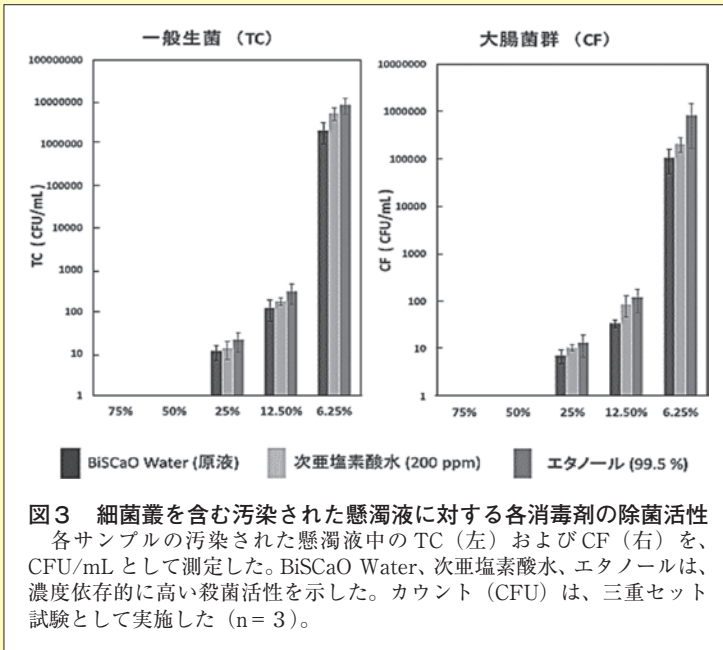
他方、BiSCaO Water は冷やした純水に 10wt% BiSCaO<sup>®</sup> 粉末を加え、上澄みの回収工程を 50 回以上繰り返すことで製造した無色・透明、強アルカリ性高濃度カルシウムイオン水である。一般的に強アルカリ性の環境で、カルシウムはほとんど水に溶けることがなく、安定な

高濃度カルシウムイオン水の製造は難しいとされてきた<sup>9), 10)</sup>。われわれは BiSCaO<sup>®</sup> 粉末から製造した無色・透明、pH12.7 以上の高濃度カルシウムイオン水である BiSCaO Water の製造に成功し<sup>9), 10)</sup>、株式会社プラスラボより市販され、喫緊の課題である COVID-19 対応のため、防衛医科大学校、同病院、老人介護施設、飲食店、医療機関、食品関連企業、地方自治体等で広く販売・使用していただいている。実際、防衛医科大学校関連でもダイヤモンドプ

リンセス号への防衛医大医官派遣、防衛医大病院発熱センター、大阪コロナ重症センター防衛医大看護師派遣の際に使われ、派遣医療従事者の感染者をゼロに抑えている。さらに、本年(2021年)1月に発生した防衛医大学生舎での学生陽性患者クラスター発生時の除染作業において、洗浄・除菌剤として大量の BiSCaO Water が、隔離室や学生居室の洗浄・除菌のために使われ、副作用の訴えもなく感染者拡大を完全に抑え込んでおり、その有効性・安全性は確認された。

## (2) BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の除菌効果の比較

BiSCaO Water<sup>9), 10)</sup>、エタノール、次亜塩素酸水<sup>1), 2)</sup> について、 $51 \pm 14 (\times 10^7)$  CFU (Colony-Forming Units)/mL の一般生菌 (TC) および  $45 \pm 25 (\times 10^6)$  CFU/mL の大腸菌群 (CF) を含む汚染懸濁液に対する除菌効果を比較評価した。当該汚染懸濁液を各種消毒剤とよく混合し、室温で 15 分間インキュベーションした後、CFU/mL 値を算出した (図 3)<sup>2), 11)</sup>。未希釈の BiSCaO Water (pH12.7、市販原液)、エタノール (99.5% 試薬) および市販されている最高濃度である 200ppm 次亜塩素酸水 (pH6.2) を 100% 除菌液と定義し、汚染懸濁液との混合後の最終



的濃度を75、50、25、12.5および6.25%とした。

75%および50%試験液では、BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水のいずれにおいても浮遊TCおよびCFは検出限界以下であり、高い除菌効果が確認された。25%以下の濃度では除菌効果が低減し、6.25%ではBiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水ともに除菌効果はほとんどなかった。また25、12.5および6.25%液において、有意差はないものの、BiSCaO Waterがわずかに高い除菌効果を示すことが示唆された。

### (3) BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の環境表面洗浄・除菌効果

環境表面として、使用済のトイレサンダル(底面)、古木箱の平木材、牛革ソファ、テレビ画面、金属ドアノブ、飛沫防止用アクリル板を用い、水道水、BiSCaO Water (市販原液)、エタノール (75%)、微弱酸性次亜塩素酸水 (pH6.2、200ppm) で洗浄した後に、洗浄効果としてATPふき取り検査(キッコーマンバイオケミファ、東京)ならびに除菌効果として簡易ふき取り一般生菌(TC)コロニー形成検査

(日水製薬株式会社、東京)を実施した。ちなみに、消毒剤として使用されているエタノール製剤の最適濃度は70~80%であり、この濃度で最高の洗浄・除菌効果を有しているといわれる。また消毒剤としての市販弱酸性次亜塩素酸水の最高濃度は200ppmである。従って比較検討のため、それぞれBiSCaO Water (市販原液)、エタノール (75%)、次亜塩素酸水 (200ppm) とした。

ATPふき取り検査は、ATPやADP(アデノシン二リン酸)、AMP(アデノシン一リン酸)の総量を汚れの指標する検査法であり、ルシフェラーゼが触媒する化学発光の相対値(Relative Light Unit, RLU)

に基づいている。説明書によると、500RLU以下は「きれい」(合格)、501~1000RLUは「要注意」、1001以上は「汚い」(不合格)とされる。図4に示す通り、洗浄前の6品目すべてが不合格で「汚い」にあてはまった。水道水での洗浄によりRLU値が減少したが、依然として不合格のままであった。一方でBiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水で洗浄した結果、テレビ画面、金属ドアノブ、飛沫防止用アクリル板については、RLU値が合格レベルまで大幅減少した。その他の環境表面についても各種洗浄・除菌剤によりRLU値が減少したが、トイレサンダル底面、古木箱の平木材、牛革ソファではBiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水を使用し洗浄しても不合格のままであった。

この結果、ATPふき取り検査では、BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の洗浄効果は水道水と比べて優位に高いものの、BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の三者間では洗浄効果の有意差はなく、「きれい」(合格)にならない不十分な場合があることが判明している。特に牛革や木材等の生物由来材料や表面

が多孔性の素材は、洗浄効果を十分に発現できず、汚いの評価となる傾向がある。また ATP ふき取り検査は生物由来のアデノシンリン酸を計測する方法であり、病原性微生物の除菌や不活化を反映していない。そこで、ATP ふき取り検査による洗浄効果の評価に加えて、簡易ふき取り一般生菌 (TC) コロニー形成検査を用いて除菌効果を評価した。

簡易ふき取り一般生菌 (TC) コロニー形成検査による TC の CFU 値は水道水洗浄でも減少し、とりわけ BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水による洗浄により六つのサンプルすべてにおいて、100以下にまで減少した (図 5)。この結果は、BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水による環境表面洗浄は ATP を指標とする洗浄効果が不十分な場合があっても、TC に対する除菌効果については十分に高いことを示唆する。ここで、BiSCaO Water (市販原液)、エタノール (75%)、次亜塩素酸水 (200ppm) の 3 者間で RLU (図 4) および CFU 値 (図 5) とともに洗浄・除菌能力について有意差は観察されなかった。

#### (4) BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の不織布マスク劣化効果<sup>12)</sup>

サージカルマスク (surgical mask ST : Utsumi Seisaku Co. Ltd., Osaka, Japan) および N95マスク (GIKO 1400, NIOSH N95, Fitlife Corp., Tokyo, Japan) に十分量のそれぞれの消毒剤を 3 日間 (1 日 2 回) 噴霧した時の内部シートの変化を電顕観察したものである (図 6)。BiSCaO Water 噴霧群は、劣化変化等がまったく認められなかつ

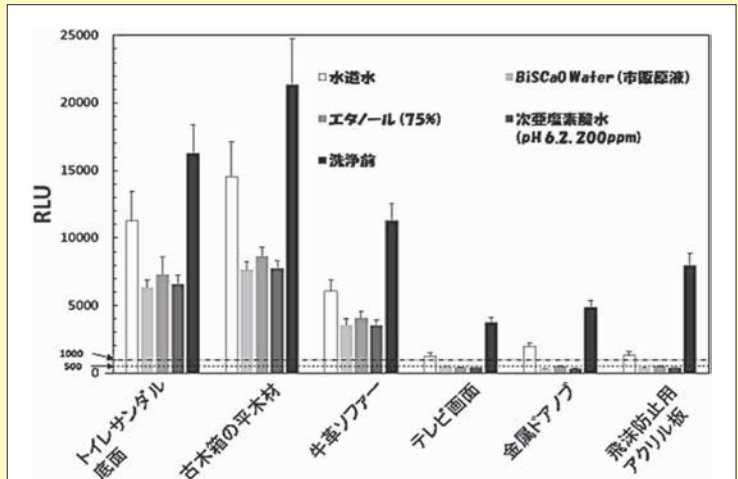


図 4 ATP ふき取り検査による BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の環境表面洗浄効果

各環境表面を、水道水、BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水で洗浄・除菌した後に ATP ふき取り検査を実施した。測定値 (RLU) は、ルシフェラーゼが触媒する化学発光の相対値 (Relative Light Unit) である。RLU 値は n = 3 の平均値であり、± は標準誤差を示す。

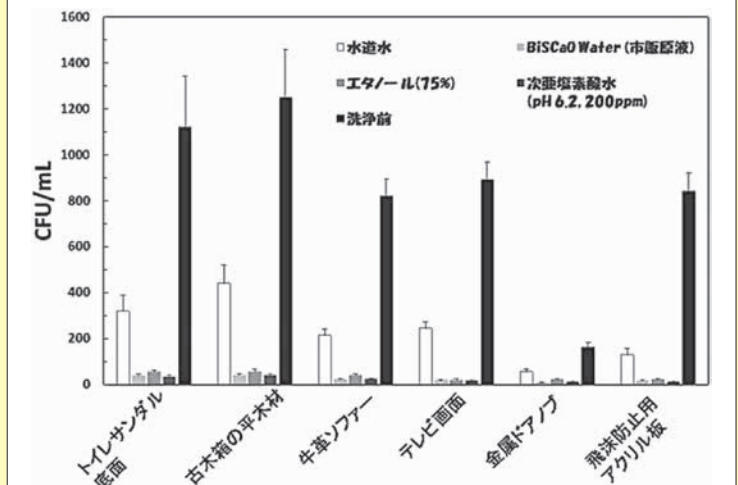


図 5 簡易ふき取り TC コロニー形成検査による BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の環境表面除菌効果

各環境表面を、水道水、BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水で洗浄・除菌した後に簡易ふき取り TC コロニー形成検査を実施した。CFU 値は n = 3 の平均値であり、± は標準誤差を示す。

た。他方、エタノール噴霧群は顕著な不織布の溶解が観察され、Filtration efficiency の有意な劣化も見られた。また次亜塩素酸水はエタノールと比べて、変化はマイナーであるものの、空孔の発生や融解を含めた不織布シートの劣化が認められている。

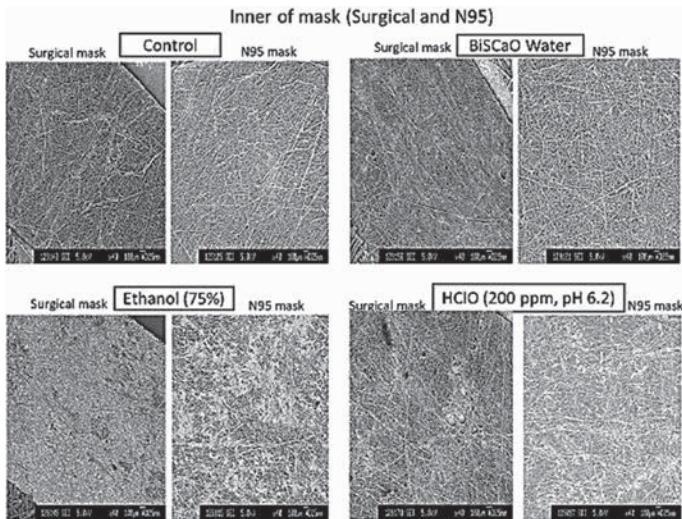


図6 BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の不織布マスク劣化効果

サージカルマスクおよびN95マスクに十分量のそれぞれの消毒剤を噴霧した時の内部シートの変化を電顕観察したものである。

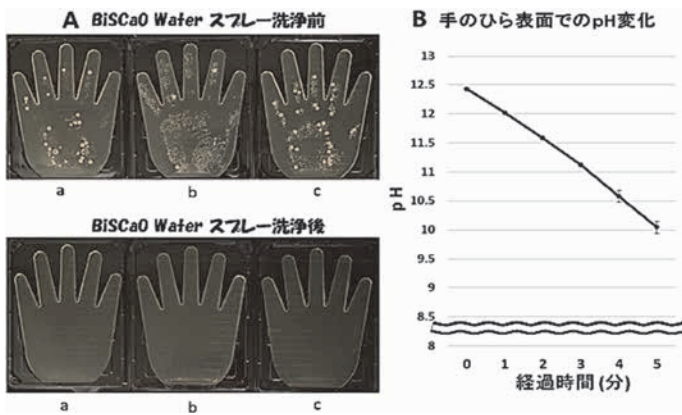


図7 BiSCaO Waterによる手指の除菌効果とpHの変化

A: BiSCaO Water スプレー洗浄前後一般生菌の存在。B: BiSCaO Water を手のひらにスプレーした時の表面pHの変化。

洗浄前では多くの雑菌が存在していたが、洗浄後は、完全に除菌されており、一般生菌は検出されない。

さらにBiSCaO Waterを2mLスプレーし、その直後から1分毎に5分間、pHはマイクロTouph電極装着卓上型pHメーターを用いて測定した。噴霧直後のpHは12.45で明らかに原液よりもpHは減少し、さらに1分後にはpHは12になっている。3分後にはpHは約11、5分後には、pHは10になった(図7(B))。このようにBiSCaO Waterの原液を手のひらに噴霧した場合、pHが12を超える強アルカリ性を示すのは当初の1分間のみであり、その後は乾燥前の湿った状態であっても危険性がない弱アルカリ水となることが明らかになった。なおモニターに手の消毒のためBiSCaO Waterの原液を使用した結果、肌が荒れるなどの副作用はまったく報告されていない。

他方、pHが12.7のNaOH水溶液は経時的なpHの減少はなく、強度の手や粘膜組織に火傷のような障害を引き起こし、さらに化学繊維、プラスチック、アルミや銅などの金属の錆や劣化が観察されていて、NaOHを用いた強アルカリ水は適用できない。

### (5) BiSCaO Water スプレーの手指の滅菌効果とpHの変化

ひどく汚染した手指とBiSCaO Waterスプレー(1.5mL×3)による除菌効果をパームチェック(環境微生物検査用培地/一般細菌:株式会社日研生物医学研究所)を用い37℃で24時間培養して評価した〔3名のボランティア(a、b、c):洗浄前、洗浄後〕(図7(A))。洗

### 考察

BiSCaO Waterは次亜塩素酸やアルコールを一切使用しない100%ホタテ貝殻由来成分である高濃度カルシウムイオンの水溶液(pH>12.7)で、強力な殺菌・ウイルス不活化効果を有している<sup>9),10)</sup>。これまでに、日本食品分析センターによる委託評価により、BiSCaO Water

は大腸菌 NBRC 3972、緑膿菌、サルモネラ菌を5分以内に、病原性大腸菌 O-157:H7 および黄色ブドウ球菌を15分以内に検出限界以下まで減少させることが明らかとなっている。さらに、エンベロープウイルスであるインフルエンザ A (H1N1) および非エンベロープウイルスであるネコカリシウイルスのいずれも1分以内に、50%組織培養感染量 (TCID<sub>50</sub>) 法での検出限界以下まで減少させた<sup>9)</sup>。図8では、病原性微生物の薬剤への抵抗性と洗浄・除菌の微生物学的意義についてまとめている。

しかしながら、これらの評価は溶液中浮遊微生物に対して実施されており、バイオフィーム等を形成する環境表面での有効性は詳細には評価されていなかった。われわれは、BiSCaO Waterの洗浄・除菌効果をさまざまな環境表面について評価し、エタノールや次亜塩素酸水と比較検討した。まず汚染懸濁液を用いた検討では、BiSCaO Waterはエタノールや次亜塩素酸水と同等の洗浄・除菌効果を示すことが確認された(図3)。さらに環境表面に対する洗浄・除菌について、BiSCaO Waterはエタノールや次亜塩素酸水とともに、環境表面に対する洗浄・除菌剤として有効であることが明らかに

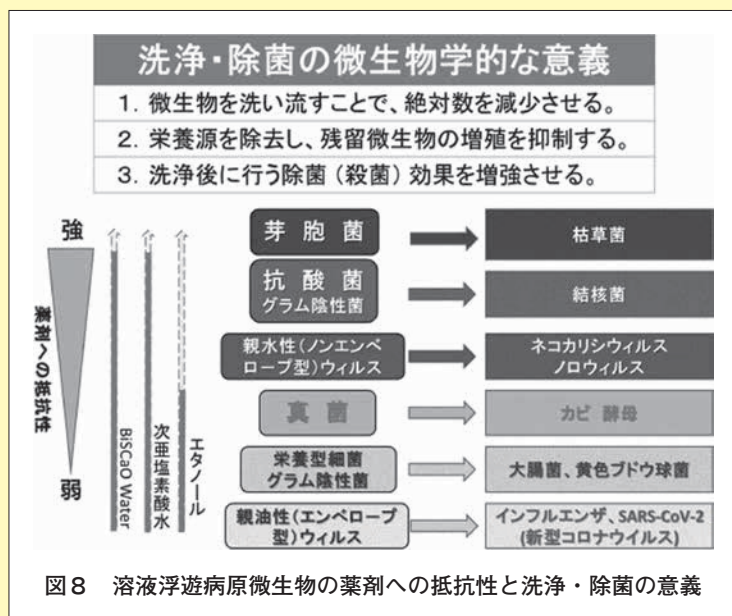
なっている(図4、5)。

特筆すべきことに、RLU値の減少量が数分の一にとどまったトイレサンダル底面、古木箱の平木材、牛革ソファについても、CFU値においては数十分の一まで低下した。すなわちBiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水はATPを指標とする洗浄効果が不十分な場合であっても、除菌効果については高いことが認められた。BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の三者間の洗浄・除菌能力について大きな差は見られなかったが、エタノールに比してBiSCaO Waterと次亜塩素酸水はわずかに優れた洗浄・除菌効果があった(図4、5)。

COVID-19対応の洗浄・除菌作業のために現在、アルコール系ならびに次亜塩素酸系洗浄・除菌剤が広く適用されている。しかしながら、アルコール系洗浄・除菌剤はエンベロープウイルスであるSARS-CoV-2に対しては有効であるものの、ノロウイルスのような非エンベロープウイルスに対しては無効である。

一方で、次亜塩素酸系洗浄・除菌剤はエンベロープウイルスおよび非エンベロープウイルスに対しても有効であるものの、有効な濃度(50ppm以上)では酸化力による脱色性や金属腐食性が強い。加えて、高濃度次亜塩素酸水やアルコール製剤には特有の臭いや刺激があり、直接肌に触れると保水性減少による肌荒れやアレルギーを引き起こすといった生体に対する副作用があり、さらに布地や不織布マスクへの使用は素材を直接傷め、脱色を引き起こし使用できない<sup>12)、13)</sup>。従って、有害な生体への副作用や環境破壊を起こすことなく、汚染細菌・ウイルス数を減少させることができる新規な洗浄・除菌剤が、防衛衛生および環境衛生に資するために強く望まれている<sup>14)、15)</sup>。

BiSCaO Waterは、直接SARS-CoV-2に対しての不活化効果は未検



証であるものの、種々の病原性微生物やSARS-CoV-2を含んだエンベロープウイルス（インフルエンザA）および非エンベロープウイルス（ネコカリシウイルス）の両方に対する有効性が示されており、SARS-CoV-2に対しても十分に有効であるといえる。さらに本研究でBiSCaO Waterは環境表面用洗浄・除菌剤としてエタノールや次亜塩素酸水と同等以上の効果であると示された。

安全性についても検討されており、当初は強アルカリ（pH > 12.7）であるものの、各種表面に噴霧した後は空気中のCO<sub>2</sub>を吸収・反応してCaCO<sub>3</sub>を生成することで高pH域から速やかに弱アルカリ域（pH < 10）まで低下することが明らかとなっている<sup>5)</sup>。さらに、BiSCaO Waterを生体に適用した場合の安全性が懸念されていたが、さまざまな表面や手指の皮膚に塗布した場合、無害のCaCO<sub>3</sub>を生成しながらpHが急速に低下することが示された。生成したCaCO<sub>3</sub>は、さらにCO<sub>2</sub>と反応して、保水性や抗炎症性が知られている安全なCa(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>へと変化する。また不揮発性のCaOをベースにすることから臭いもなく、むしろ汚物等の臭いを消臭することが示されている<sup>1), 2)</sup>。以上のことを合わせると、BiSCaO Waterは、環境表面や手指の洗浄・除菌に有効で安全性に優れた

表1 BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の環境・生体への影響

	BiSCaO Water (市販原液)	エタノール (75%)	次亜塩素酸水 (200 ppm)
環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 無臭、刺激性、腐食性、脱色性等が少なく、環境負荷が小さい。</li> <li>+ 有害物質の生成がなく、排水処理は容易である。</li> <li>+ 水溶解時の発熱が制御可能である。</li> <li>+ 空気中のCO<sub>2</sub>との反応によりCaCO<sub>3</sub>が生成し、短時間で強アルカリから安全な弱アルカリに変化する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ アルコール刺激臭があるが、腐食性は少ない。</li> <li>+ 有害物質の生成がなく、廃水処理は容易である。</li> <li>+ 引火性があるため、火気厳禁である。</li> <li>+ 油脂溶解性があり、化学繊維、不織布、油性インクなどを脱色・溶解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 刺激性、腐食性、漂白性等があり有機物質との反応により塩素臭を生じる。</li> <li>+ トリハロメタン、クロロアミン等有害物質の生成があり、排水処理が困難である。</li> </ul>
生体への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 新型コロナウイルスを含む広いスペクトルをもった病原微生物の除菌に有効である。</li> <li>+ 直接肌に触れても肌荒れやアレルギーを引き起こすことはなく、むしろ生成したCaCO<sub>3</sub>による保水性が期待できる。</li> <li>+ 有害物質の生成はない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ ノロウイルスのような非エンベロープ型ウイルスには無効である。</li> <li>+ 直接肌に触れると肌荒れ（接触皮膚炎）やアレルギーを引き起こす。</li> <li>+ 有害物質の生成はない。</li> <li>+ 化学繊維、不織布、油性インクなどを漂白・分解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 新型コロナウイルスを含む広いスペクトルをもった病原微生物の除菌に有効である。</li> <li>+ 直接肌に触れると肌荒れやアレルギーを引き起こす。</li> <li>+ 高濃度でトリハロメタン、クロロアミン等有毒あるいは発がん物質が生成し、強酸下では塩素ガスを発生する。</li> </ul>

除染剤としてさらなる使用が見込まれる。

最後に本論のまとめとして、環境および生体への影響について、BiSCaO Water、エタノール、次亜塩素酸水の比較を表1に記述した。以上から、BiSCaO Waterは、COVID-19対応のみでなく、ウイルス、細菌、真菌を問わず広い範囲の病原微生物の感染症に対して、エタノールや次亜塩素酸製剤に代わり、環境表面の洗浄・除菌のための自衛隊衛生活動に広く適用されることが期待できる。

## 謝辞

本稿執筆を勧め、内容について貴重なコメントを頂いた元防衛装備庁長官の渡辺秀明先生に深く感謝申し上げます。

## 参考資料

- 1) Ishihara M, Murakami K, Fukuda K, Nakamura S, Kuwabara M, Hattori H, Fujita M, Kiyosawa T, Yokoe H. Stability of weak acidic hypochlorous acid solution with microbicidal activity. *Biocontrol Sci* 2017; 22 (4): 223-227.
- 2) Sato Y, Ishihara M, Nakamura S, Fukuda K, Kuwabara M, Takayama T, Hiruma S, Murakami K, Fujita M, Yokoe H. Comparison of various disinfectants on bactericidal activity under organic matter contaminated environments. *Biocontrol Sci* 2019; 24 (2): 103-108.
- 3) 安江任、小嶋芳行、荒井康夫. 石灰の研究動向. *Inorg Mater* 1994; 1 (242): 68-79.
- 4) 安江任、荒井康夫. 石灰の形態制御. *Inorg. Mater* 1995; 2 (258): 356-364.
- 5) Sawai J. Antimicrobial characteristics of heated scallop shell powder and its application. *Biocontrol Sci* 2011; 16 (3): 95-102.
- 6) Sato Y, Ishihara M, Nakamura S, Fukuda K, Takayama T, Hiruma S, Murakami K, Fujita M, Yokoe H. Preparation



and application of bioshell calcium oxide (BiSCaO) nanoparticles-dispersions with bactericidal activity. *Molecules* 2019; 24 (18): 3415.

- 7) Sato Y, Ohata H, Inoue A, Ishihara M, Nakamura S, Fukuda K, Takayama T, Murakami K, Hiruma S, Yokoe H. Application of colloidal dispersions of bioshell calcium oxide (BiSCaO) for disinfection. *Polymers* 2019; 11 (12): 1991.
- 8) Hiruma S, Ishihara M, Nakamura S, Sato Y, Asahina H, Fukuda K, Takayama T, Murakami K, Yokoe H. Bioshell calcium oxide-containing liquids as a sanitizer for the reduction of histamine production in raw Japanese Pilchard, Japanese Horse Mackerel, and Chub Mackerel. *Foods* 2020; 9 (7): 964.
- 9) Nakamura S, Ishihara M, Sato Y, Takayama T, Hiruma S, Ando N, Fukuda K, Murakami K, Yokoe H. Concentrated bioshell calcium oxide (BiSCaO) water kills pathogenic microbes: characterization and activity. *Molecules* 2020; 25 (13): 3001.
- 10) Ishihara M, Hata Y, Hiruma S, Takayama T, Nakamura S, Sato Y, Ando N, Fukuda K, Murakami K, Yokoe H. Safety of concentrated bioshell calcium oxide water application for surface and skin disinfections against pathogenic microbes. *Molecules* 2020; 25 (19): 4502.
- 11) Fukuda K, Sato Y, Ishihara M, Nakamura S, Takayama T, Murakami K, Fujita M, Yokoe H. Skin cleansing technique with disinfectant using improved high-velocity steam-air micromist jet spray. *Biocontrol Sci* 2020; 25 (1): 35-39.
- 12) Hiruma S, Hata Y, Ishihara M, Takayama T, Nakamura S, Ando N, Fukuda K, Sato Y, Murakami K, Yokoe H. Efficacy and safety of bioshell calcium oxide water as a sterilization agent to enable face mask reuse. *Biocontrol Sci* 2021; 26 (1): 27-35.
- 13) Grinshpun SA, Yermakov M, Khodoun M. Autoclave sterilization and ethanol treatment of re-used surgical masks and N95 respirators during COVID-19: impact on their performance and integrity. *J Hosp Infect* 2020; 105 (4): 608-614.
- 14) Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect* 2020; 104 (3): 246-251.
- 15) Hirschmann MT, Hart A, Henckel J, Sadoghi P, Seil R, Mouton C. COVID-19 coronavirus: Recommended personal protective equipment for the orthopaedic and trauma surgeon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 2020; 28 (6): 1690-1698.

## 年間購読の招すすめ

# 防衛技術 Defense Technology Journal ジャーナル

年間購読料 10,800円  
(税込み、送料サービス)

わが国で唯一の防衛技術に関する専門情報誌です。  
21世紀の軍事技術や兵器システムはどのように変化していくのか——本誌は技術開発の流れを的確に捉え、正確な情報を読者に提供していきます。

### <好評シリーズ>

- 世界の防衛技術政策をめぐる調査シリーズ
- 防衛技術基礎講座
- 防衛技術アーカイブス
- 雑学！ミリテク広場

毎月確実にお手元に届き、送料無料の年間定期購読をおすすめします



お問合せ

(一財)防衛技術協会事務局

TEL 03-5941-7620 FAX 03-5941-7651  
Eメール dt.journal@defense-tech.or.jp