

厚生労働行政推進調査事業費補助金

厚生労働科学特別研究事業

新型コロナウイルスに汚染されたリネン類等の新型コロナウイルス感染症への感染
リスクの評価及びそれらリネンの安全かつ効果的なクリーニング方法の検証

令和2年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 山岸 拓也

令和3年(2021)年 5月

目 次

I. 総括研究報告		
新型コロナウイルスに汚染されたリネン類等の新型コロナウイルス感染症への感染リスクの評価及びそれらリネンの安全かつ効果的なクリーニング方法の検証に関する研究		
山岸 拓也	-----	1
II. 分担研究報告		
1. 衣類素材における感染性残存期間の解析に関する研究	-----	6
花木賢一		
2. リネン取り扱い作業者の感染リスクの評価	-----	11
藤田 烈		
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	16

厚生労働行政推進調査事業費補助金
厚生労働科学特別研究事業
新型コロナウイルスに汚染されたリネン類等の新型コロナウイルス感染症への感染
リスクの評価及びそれらリネンの安全かつ効果的なクリーニング方法の検証

総括研究報告書

山岸 拓也 国立感染症研究所 薬剤耐性研究センター 第四室長
黒須 一見 国立感染症研究所 薬剤耐性研究センター 研究員
法月 正太郎 国立国際医療研究センター 国際医療協力局連携協力部 医師
大石 貴幸 済生会横浜市東部病院 TQMセンター 感染管理対策室 室長
新倉 綾 国立感染症研究所 安全実験管理部 主任研究官
岩城 正昭 国立感染症研究所 安全実験管理部 主任研究官
持田 恵子 国立感染症研究所 安全実験管理部 主任研究官

研究要旨：SARS-CoV-2 は多くの界面活性剤で失活するが、実社会でリネン類等を洗濯する時の感染リスクは不明である。今回、宿泊療養施設と病院において、リネン類等の汚染状況とその効果的な選択方法を評価した。宿泊療養および病院に入院入所した COVID-19 感染者に対して、使用したリネン類等の表面に付着した SARS-CoV-2 RNA を測定した。また、感染者周囲のリネン類を 5 種類の方法（水、洗剤、柔軟剤、80°C10 分、および次亜塩素酸 Na250ppm）に無作為に割り付け、洗濯もしくは消毒した後の廃液を 500ml 採取し SARS-CoV-2 RNA を測定した。宿泊療養施設で実験が行われた 6 人（168 検体）中 4 人（26 検体）、病院で実験が行われた 7 人（194 検体）中 4 人（26 検体）のリネンから SARS-CoV-2 RNA が検出された。シーツ、服の上下、枕カバー、バスタオル、フェイスタオルから 4-29%検出された。この検出は宿泊療養所と病院では違いを認めなかったが、病院では入院から日にちがたつごとに検出割合が減少していった（1 日目、3 日目、5 日目、7 日目：24%、20%、8%、6%）。Ct 値が 34 未満の検体も複数確認された。水洗い 4 検体、洗剤洗い 5 検体、柔軟剤のみ 6 検体、80°C10 分浸漬 5 検体、次亜塩素酸ナトリウム 250ppm6 検体のうち、洗剤と柔軟剤で洗ったときのすすぎ液からのみ各 1 回 SARS-CoV-2 RNA が検出されたが、他からは検出されなかった。検出検体の Ct 値はどちらも 37 以上であった。COVID-19 感染者の生活空間にあるリネン類は多くが SARS-CoV-2 に汚染されている可能性があり、その扱いをする場合接触伝播のリスクがある。クリーニング前の熱水又は化学消毒は、接触予防策を遵守してリネン類の運搬が安全に行われれば、必ずしも必要ないと考えられた。

A. 研究目的

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は国内で新規発生が続いており、令和3年1月29日現在、14,417人が入院、6,351人が宿泊療養、26,130人が自宅療養を行っている。今後も治療や療養を要する人が継続して発生する可能性が高く、宿泊療養施設でも生活支援が続いている。病院では患者周囲のリネンから SARS-CoV-2 RNA が検出されることが報告されている。しかし、無症状者や軽症者が日常生活を送る時にどの程度使用中のリネンを汚染しているかの知見は乏しい。病院や宿泊療養におけるシーツ等のリネン類は、「新型コロナウイルス感染症の軽症者等の宿泊療養マニュアル」の送付について」（令和2年4月2日厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策推進本部事務連絡）等において、体液で汚れていない場合は一般的な家庭用洗剤等で洗濯した後に完全に乾かすこと、体液で汚れた場合は、熱湯消毒又は0.1%次亜塩素酸ナトリウムにより消毒をしてから洗濯を行うこととされている。製品評価技術基盤機構（NITE）の先行研究では、多くの界面活性剤でウイルスが失活することがわかっているが、実社会でリネン類を回収、運搬、洗濯を行う時の感染リスクは不明である。このため、現在、宿泊療養施設や病院では感染者が使用したリネン類は破棄されている。そこで、宿泊療養施設と病院において、リネン類を扱う人の接触伝播の評価（感染者が使用したリネン類の SARS-CoV-2 RNA 汚染状況）を行い、安全な洗濯の実施が可能か評価した。また、様々な方法で洗濯を行い、効果的なクリーニング方法を評価した。

B. 研究方法

研究は検疫所の唾液 PCR 検査で陽性となった人が入所する東横 Inn 西船橋原木インター及び国際医療福祉大学成田病院で行われた。ウイルス排泄の確認のため、入所・入院初日（Day1）、3日目（Day3）に患者鼻咽頭検体を採取し、4℃で国立感染症研究所に搬送し、RT-PCR でウイルス RNA の検出を確認した。両日でウイルス RNA の検出が認められなかった人は研究対象から除外した。

1) COVID-19 患者周囲のリネンにおける SARS-CoV-2 RNA 汚染状況

感染者が使用したリネン類等の表面に付着した SARS-CoV-2 RNA の測定を、宿泊療養および病院に入院入所した COVID-19 感染者 23 人（宿泊療養 15 人、病院 8 人）に対して実施した。検査したリネン類はシーツ、枕カバー、掛布団カバー、服上、服下、バスタオル、フェイスタオルの 7 点とした。スワブはふきふきチェック（栄研化学）を用い、サンプル表面を 5cm×5cm 拭い、4℃以下で国立感染症研究所に搬送し、同所で RT-PCR を実施した。

2. SARS-CoV-2 が付着したリネン類等の効果的な選択方法の評価

感染者周囲のリネン類を 5 種類の方法（水、洗剤、柔軟剤、80℃10分、および次亜塩素酸 Na250ppm）に無作為に割り付け、クリーニングもしくは消毒した後のクリーニングの廃液を 500ml 採取した。洗濯は渦巻式全自動洗濯機を用い、宿泊療養施設では 55L で洗い 8 分、すすぎ 2 回（1 回目 1 分、2 回目 3 分）、病院では 55L で洗い 5 分、ためすすぎ 2 回を行った。採取は 2 回すす

ぎ終了後に採取した。柔軟剤は 55L 相当を使用した。採取した液体は 1 同様の方法で、搬送し、ウイルス RNA の検出を行った。洗剤は NITE で公開されている SARS-CoV-2 に効果の見られた洗剤量を使用した。

3. ウイルス検出方法

全サンプルを国立感染症研究所(の実験室 (BSL 2+) に輸送し、リアルタイム逆転写酵素ポリメラーゼ連鎖反応 (rtRT - PCR) により検査した。ウイルス RNA は、KingFisher Flex Purification System (ThermoFisher) を用い、MagMAX CORE 核酸精製キット (ThermoFisher) により鼻咽頭スワブ、リネンスワブ、PPE スワブなどのサンプルから抽出した。メーカーの指示に従って、200 μ l のサンプルからそれぞれ 60 μ l の RNA 溶出液を調製した。N2 プライマーセットを用いた rtRT-PCR 混合物を、QuantiTect Probe PCR Kit (QIAGEN) を用いて、5 μ l の抽出 RNA、0.5 μ M のフォワードプライマー、0.7 μ M のリバースプライマー、0.2 μ M の TaqMan プローブからなる 20 μ l の容量で調製した。LightCycler 480 (Roche) を用いて 50° C で 30 分間逆転写した後、95° C で 15 分間変性させた後、95° C で 15 秒間、60° C で 1 分間のサーマルサイクリングプロファイルを用いて 45 サイクル増幅し、国立感染症研究所が設定した標準曲線を用いて患者検体中のウイルスコピー数を算出した。

1. 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針および国内関連法規に従い、国立感染症研究所の倫理

審査、及び国際医療福祉大学での倫理審査で承認 (倫理審査不要) を受け行われた。

C. 研究結果

1. 被験者の特徴

宿泊療養施設で研究に参加した 15 人中 6 人で鼻咽頭検体から SARS-CoV-2 RNA が検出され、Day1 中央値 30 (範囲 19-38)、Day3 中央値 30.5 (範囲 27-40) であった。残りの 9 人では Day1、Day3 どちらの鼻咽頭検体から RNA が検出されず、うち 2 人で検査が行われたリネン類は、どの物品からも RNA が検出されなかった。病院で研究に参加した 8 人中 7 人で鼻咽頭検体から SARS-CoV-2 RNA が検出され、Day1 中央値 25 (範囲 19-31)、Day3 中央値 31 (範囲 22-35) であった。残りの 1 人では、Day1、3 ともに鼻咽頭検体から RNA が検出されず、いずれのリネン類からも RNA が検出されなかった。その為、Day1、Day3 の鼻咽頭スワブ検体で SARS-CoV-2 RNA が検出されなかった 10 人 (宿泊療養施設 9、病院 1) は解析から除外し、計 13 人 (宿泊療養 6 人、病院 7 人) の 364 検体を調べた。

13 人は男性 6 人 (46%)、女性 7 人 (54%)、年齢中央値 46 歳 (四分位範囲 33 歳-55 歳、範囲 20 歳-67 歳) であった (表 1)。宿泊療養所の 6 人のうち、2 人が有症状であり、1 人は空港検疫時に発熱を認め、もう 1 人は Day2 に鼻汁が出現していた。病院の 7 人のうち 6 人が有症状で、無症状は 1 人だけであった。

2. COVID-19 患者周囲のリネンにおける SARS-CoV-2 RNA 汚染状況

宿泊療養施設で実験が行われた 6 人 (168

検体) 中 4 人 (26 検体)、病院で実験が行われた 7 人 (194 検体) 中 4 人 (26 検体) のリネンから SARS-CoV-2 RNA が検出された。

物品に関しては、シーツ (宿泊療養施設、病院:29%、14%)、上の服 (同 17%、22%)、下の服 (同 21%、19%)、枕カバー (同 21%、14%)、かけ布団カバー (同 8%、14%)、バスタオル (同 4%、7%)、フェイスタオル (同 8%、7%) で検出された。この頻度は宿泊療養施設と病院で違いを認めなかった。また、検出頻度は、宿泊療養所では日数が経過してからも検出される検体がある一方 (Day1、3、5、7 の各物品平均:12%、10%、24%、17%)、病院では Day1 での検出頻度が高く、その後減少していた (同 24%、20%、8%、6%)。

宿泊療養で検出された 4 人のうち、1 人は Day1 のみの検出、1 人は Day1 から Day5 までの検出であったが、他の 2 人は最初検出を認めず、1 人は Day3 から Day7 まで、他の 1 人が Day5 から Day7 まで検出されていた。Ct 値が 35 未満であったものは、シーツ (Day1 で 1 人 (34)、Day5 で 1 人 (34))、枕カバー (Day5 (33))、替え布団カバー (Day5 (34))、フェイスタオル (Day5 (33)) であった。

病院で検出された 4 人のうち、2 人は Day1 のみ検出、1 人は Day1 と Day3 で検出、他の 1 人は Day1 から Day7 まで検出されていた。Ct 値が 35 未満であったのは特定の 1 人からの検出のみで、シーツ (Day1 (33))、枕カバー (Day3 (34)) 掛布団カバー (Day1 (34))、服上 (Day1 (33)) であった。

Day1 と Day3 で採取された鼻咽頭検体の Ct 値は全てリネン類から検出された Ct 値より低かった。

3. クリーニングの効果

水洗い 4 検体、洗剤洗い 5 検体、柔軟剤のみ 6 検体、80°C10 分浸漬 5 検体、次亜塩素酸ナトリウム 250ppm6 検体のうち、洗剤と柔軟剤で洗ったときのすすぎ液からのみ各 1 回 SARS-CoV-2 RNA が検出されたが、他からは検出されなかった。検出検体の Ct 値はどちらも 37 以上であった。

D. 考察

感染者周囲では、様々なリネンが汚染されることが分かった。特に常時使用されていたシーツ、まくらカバー、ベッドカバー、患者の洋服上下は 8-29%ウイルス RNA が検出され、高率に汚染されていることが分かった。一方使用頻度にばらつきがあることが推測されたバスタオルやフェイスタオルでは 4-8%程度の検出に留まった。海外からの報告では、まくらカバーやシーツからは RNA 検出を認めているが、バスタオルやフェイスタオルは検討したものが確認されなかった[1]。本研究から、感染者周囲の多くのリネン類が SARS-CoV-2 RNA に汚染されていることが再確認された。

本研究では、無症状や軽症者が利用する宿泊療養施設と中等症以上や基礎疾患がある高齢者が入る病院で、ウイルス RNA 検出頻度に違いを認めなかった。宿泊療養施設では、病院に比べ歩き回れる人が多く、接触によりリネン類を含む周囲環境を汚染する可能性が示唆された。今回は病院で呼吸器管理を要する重症例がいなかったため、重症例の室内リネンの汚染状況に関しては不明である。

洗剤によるクリーニングと柔軟剤のみでのクリーニングでは、すすぎ液中に 37 以上

の Ct 値でウイルス RNA が検出された。これら 2 検体はどちらも患者がウイルスを排泄していたのみならず、リネン類も汚染が確認されていたものであった。ただし、水でのみ洗った場合にウイルスが検出されていないこと、Ct 値が高いことから、検出された SARS-CoV-2 は痕跡であり、感染性がないものと推測された。その為、どのような汚染があっても、洗剤の使用や柔軟剤の使用に関わらず、洗濯することで感染性があるウイルスは残らなくなると考えられた。なお、80°C10 分、次亜塩素酸ナトリウム 250ppm へ浸漬した後の洗濯のすすぎ液からウイルス RNA の検出は認められなかった。安全に運搬し洗濯機に入れることができるなら、これらの処置は不要と考えられた。

製薬として、本研究では、Day1、3 で鼻咽頭検体からのウイルス RNA 検出を認めない人が多数確認されたことから、当初予定していたサンプル数 24 例の半数強しか検討が出来なかったことが挙げられる。一つの原因として、感度が必ずしも良くない唾液抗原検査によるスクリーニングが空港で行われ免疫不全者や人口呼吸器管理や ECMO 管理が必要な重症者では、ウイルス排泄が長引くと知られているが、今回の検討には含まれておらず、そのリネン類の汚染状況は検討出来なかった。また、リネン類から直接ウイルス分離を行うことがオペレーション上困難であり、実施できなかった。

E. 結論

COVID-19 感染者の生活空間にあるリネン類は多くが SARS-CoV-2 に汚染されている

可能性があり、その扱いをする場合接触伝播のリスクがある。クリーニング前の熱水又は化学消毒は、接触予防策を遵守してリネン類の運搬が安全に行われれば、必ずしも必要ないと考えられた。

F. 健康危機情報

特記すべきことなし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 山岸拓也、他. 新型コロナウイルス感染症患者が使用したリネン類等を扱う時の感染リスクと安全かつ効果的なクリーニング方法. 病原微生物検出情報 (IASR). 掲載日 2021 年 4 月 30 日.
- 黒須一見、他. 廃棄物を扱う際に接触感染が疑われた清掃員や医療従事者の SARS-CoV-2 感染. 病原微生物検出情報 (IASR). 掲載日 2021 年 4 月 27 日.
- Hitomi Kurosu, et al. Possible contact transmission of SARS-CoV-2 in healthcare settings in Japan, 2020-2021. Infect Contr Hosp Epidemiol. 2021. Ahead of print.

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働行政推進調査事業費補助金

厚生労働科学特別研究事業

新型コロナウイルスに汚染されたりネン類等の新型コロナウイルス感染症への感染
リスクの評価及びそれらリネンの安全かつ効果的なクリーニング方法の検証

分担研究報告書

衣類素材における感染性残存期間の解析に関する研究

研究分担者 花木 賢一 国立感染症研究所 安全実験管理部 部長

研究協力者 高木 弘隆 国立感染症研究所 安全実験管理部 主任研究官

原田 俊彦 国立感染症研究所 安全実験管理部 研究員

研究要旨：新型コロナウイルス感染症（COVID-19）患者の内、無症状の場合には宿泊療養施設、有症状（軽症）の場合には病院へ入院措置が執られているが、それら患者が使用したリネン類を介した接触または飛沫感染による伝播が危惧されている。そこで、本研究では各種衣類素材にウイルスを接種し、その感染性の残存について経時的解析を行った。その結果、ウール100%のような撥水性素材で感染性ウイルスが数日に亘って残存したが、綿100%や麻100%のような吸水性素材ではウイルス接種直後から感染性ウイルスを検出することができなかった。そのため、リネン類は吸水性の良い綿100%のような素材を使用することで、それらを介した感染リスクを下げることができると考えられた。

A. 研究目的

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）患者が使用したリネン類等の取扱いは、『新型コロナウイルス感染症の軽症者等の宿泊療養マニュアル』の送付について」（令和2年4月2日厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策推進本部事務連絡）等において、体液で汚れていない場合は一般的な家庭用洗剤等で洗濯し、完全に乾かす対応で差し支えなく、体液で汚れたリネンについては、熱湯消毒または0.1%次亜塩素酸ナトリウムにより消毒を行うこととしている。一方、感染者が宿泊療養施設等において使用したリネン類は、体液による汚染度の判断が困難であること、リネン類等

に付着した新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）の感染性やウイルスが不活化するまでの期間の知見が不十分であること等を理由に廃棄されている。また、新型コロナウイルスは感染者が発症する数日前より排出されることが知られており、それにより様々な素材の衣類に新型コロナウイルスが付着し、クリーニング所等でそれらを介した接触または飛沫感染の発生が危惧される。加えて、クリーニング所等で取り扱われる多様な素材でできている衣類における新型コロナウイルスの感染性やウイルスが不活化するまでの期間について十分な知見が得られていない。そこで、本研究では様々な衣類素材に新型コロナウイルスを

接種し、その感染性の残存を経時的に解析する。それにより、新型コロナウイルス感染者が滞在する宿泊療養施設と軽症のために入院する病院、及びクリーニング所等において、リネン類を取り扱う際の感染対策を講じる際の参考となる知見を提供することを目的とする。

B. 研究方法

a. 衣類素材へのウイルス接種実験

対象素材は市販の生地 16 種：綿 100%、綿 100%・デニム、綿 100%・フェルト、麻 100%、絹 100%、ウール 100%、レーヨン 100%、キュプラ 100%、ポリエステル 100%、ポリエステル 100%・サテン、ナイロン 100%、コーデュロイ、フェイクファー、合成皮革、牛革ヌメ、牛革スエードを選定した。はじめに、フェイクファー、合成皮革、牛革ヌメ、牛革スエードを除く素材は家庭用洗濯洗剤を用いたドラム式洗濯機の標準洗濯モードで一度洗った。各生地は穴あけパンチで小片を作成し、24 ウェルプレートへ入れた。次に、ウイルス液 (1.0×10^5 TCID₅₀/ml ; 2% FBS 加 DMEM) を生地へ 10 μ l 接種して環境試験器 SH-222 (Espec) で温度 20°C、相対湿度 40%一定で 3, 9, 24, 48, 72 時間静置した。また、ウイルス接種直後を 0 時間として、ウイルスの回収を行った。生地からウイルスを回収するために、小片を使い捨てピンセットで遠心式フィルターユニット Ultrafree-MC (0.22 μ m ; Millipore) へ移し、2% ウシ胎子血清 (FBS) 加 DMEM を 500 μ l 加えて 30 回ピペッティングを行った後に室温 5 分間静置し、12,000 \times g、4

分遠心して滅菌ろ過したウイルス液を得た。その内、200 μ l は 96 ウェルプレートへ接種した Vero E6/TMPRSS2 細胞 (2%FBS 加 DMEM) に接種し、37°C、5% CO₂ 下で 3 日間培養して細胞変性効果 (CPE) の有無により感染性ウイルスの残存を判定した。

b. リアルタイム RT-PCR 解析

衣類素材にウイルスを接種して回収したウイルス液 200 μ l は、High Pure Viral RNA Kit (Roche) によりウイルス RNA を 50 μ l 溶液に抽出し、リアルタイム RT-PCR 解析は 3 μ l の抽出 RNA を鋳型として SARS-CoV-2 Detection Kit, N2 set (Toyobo) を用いて行った。反応は LightCycler Nano (Roche) を使用し、42°C10 分の逆転写反応の後、95°C 15 分変性させた。続いて、(95°C10 秒, 55°C 15 秒, 60°C20 秒) \times 45 サイクルの増幅・検出を行った。

C. 研究結果

16 種の衣類素材にウイルスを接種し、経時的な感染性ウイルスの残存について確認試験を行った。試験は再現性を担保するため、N=2 で 3 回行った。結果を表 1 に示す。なお、表中の素材名に付した上付き数字はウイルス液を素材へ接種した直後の動態の分類で、1：速やかに浸透、2：撥水、3：撥水状態の後に浸透、4：速やかに浸透または撥水状態の後に浸透したことを示す。

表 1 衣類素材における感染性ウイルスの残存 (N=6)

素材\時間 (h)	0	3	9	24	48	72
綿100% ¹	0	0	0	0	0	0
綿100%デニム ¹	2	0	1	0	0	0

綿100%フェルト ¹	5	1	1	0	0	0
麻100% ¹	0	0	0	0	0	0
絹100% ¹	1	1	1	0	0	0
ウール100% ²	6	6	5	5	6	3
レーヨン100% ¹	3	0	0	0	0	0
キュプラ100% ⁴	0	0	0	0	0	0
ポリエステル100% ¹	1	0	1	0	0	0
同上・サテン ¹	5	2	0	0	0	0
ナイロン100% ²	6	5	1	0	2	0
コーデュロイ ¹	0	0	0	0	0	0
フェイクファー ²	6	6	6	4	5	6
合成皮革 ²	6	6	6	3	0	0
牛革ヌメ ³	0	0	0	0	0	0
牛革スエード ³	0	0	0	0	0	0

撥水性のウール 100%、フェイクファー、合皮では 9 時間後までほぼすべてのサンプルで感染性の残存を認めた。特にウール 100%とフェイクファーでは 72 時間後も感染性の残存を認めたため、さらに長時間での感染性の残存を調べた (N=2)。その結果、ウール 100%では 5 日目 (陽性:1/2) まで、フェイクファーでは 6 日目 (陽性:2/2) まで感染性の残存が確認された。ナイロン 100%もまた撥水性であったが、9 時間後にはほぼ感染性が認められなくなった。その他の素材は程度の差はあるが浸透性 (=吸水性) であり、3 時間後には感染性が認められなくなった。その内、綿 100%、麻 100%、キュプラ 100%、コーデュロイ、牛革ヌメ、牛革スエードはウイルス接種直後であっても感染性が認められなかった。そこで、すべての素材についてウイルス接種直後にウ

イルスを回収し、リアルタイム RT-PCR 解析を行って Ct 値によるウイルスゲノム量の相対比較を行った。結果を表 2 に示す。ただし、16 素材の中でフェイクファー、牛革ヌメ、牛革スエードは N=2 のため標準偏差は算出せず、カッコ内に実測値を示した。斜体で記載した素材は半数以上 (≥2/4) で感染性が認められたもので、Ct ≤33.5 の場合に CPE を認め、Ct >33.5 の場合に CPE を認めなかった。従って、感染性の残存と Ct 値の間で関係性が認められた。そして、表 1 で感染性ウイルスが全く分離できなかった (0/6) 素材: 綿 100%、麻 100%、キュプラ 100%、牛革ヌメ、牛革スエードでは平均 Ct 値 >35、一方、感染性ウイルスが 100%分離できた (6/6) 素材: ウール 100%、ナイロン 100%、フェイクファー、合成皮革では平均 Ct 値 ≤32.5 であった。

表 2 衣類素材におけるウイルス接種直後 (0 時間) に回収したウイルス液の Ct 値

衣類素材	平均Ct値 ± 標準偏差 (N=4)
綿100%	35.4 ± 1.8
綿100%デニム	31.7 ± 0.5
綿100%フェルト	31.8 ± 0.5
麻100%	36.3 ± 0.5
絹100%	34.0 ± 0.3
ウール100%	31.5 ± 0.4
レーヨン100%	35.7 ± 1.5
キュプラ100%	35.6 ± 1.4
ポリエステル100%	33.3 ± 0.9
同上・サテン	33.6 ± 0.93
ナイロン100%	32.5 ± 0.9

コーデュロイ	40.8 ± 2.0
フェイクファー	32.2 (32.16, 32.26)
合成皮革	31.1 ± 1.0
牛革ヌメ	35.6 (36.05, 35.18)
牛革スエード	40.4 (40.48, 40.22)

D. 考察

本研究では衣類素材に付着した新型コロナウイルスがどの程度の期間、感染性を保持するかについて調べるため、感染価測定並びにリアルタイム RT-PCR 解析を行った。衣類素材へのウイルス接種量により結果が変わることが予想されたが、リネン等から回収できるウイルス RNA 量が $Ct \geq 33$ とウイルス分離が困難な水準であることを考慮し、 1.0×10^3 TCID₅₀ を衣類素材へ接種した。この量は新型コロナウイルスがガラスの表面に 28 日以上感染性を保持すると発表した論文 [Riddell S, et al. *Virology*. 2020. 17: 145] で使用された接種量 (3.38×10^5 TCID₅₀) の 1/100 量未満であるが、重症患者に比べて軽症患者の鼻咽頭スワブのウイルス量は平均 1/60 であったとする論文 [Liu Y, et al. 2020. *Lancet Infect Dis*. 20: 656- 657] もあり、無症状から軽症状の感染者の衣類の新型コロナウイルス汚染実態をより反映していると考えた。そして、本検討により衣類素材によりウイルスの感染性残存に差違があることが明らかになった。特徴的なこととして、ガラスやプラスチックと同様に撥水性を示す衣類素材でウイルスは長時間感染性の残存を認めたことである。一方、綿 100% や麻 100% の生地のように接種直後からウイルスの感染性を認めない衣類素

材もあった。これら素材には積極的にウイルスを不活化させる処理が施されていないため、接種したウイルスが適正に回収できているかウイルス RNA 量で確認するためにリアルタイム RT-PCR 解析を行った。その結果、撥水性の素材に比べてウイルス回収が劣る (Ct 値で約 3 大きい) ことが明らかになった。SARS コロナウイルスを用いた類似の研究論文では、綿 100% で速やかにウイルス感染価を測定できなくなる理由として、ウイルスが乾燥して不活化されたという考察を行っている [Lai MY, et al. 2005. *Clin Infect Dis*. 41: e67- e71]。しかし、本研究結果からは、線維に付着または吸着したウイルスが回収できなかったことにより、感染性が喪失したようにみえただけと考えられた。そして、新型コロナウイルス感染者の使用したフェイスタオルとバスタオルからウイルス RNA の検出率が低かった理由もまた、それらの素材が綿 100% であり、付着したウイルスがスワブに回収できなかったためと推察された。以上のことから、感染者周りのリネン類に綿 100%、麻 100%、キュプラ 100% のような吸水性の良いものを用いると、リネン類を介した接触または飛沫感染のリスクを低下できることが期待される。ただし、それら素材に柔軟剤処理や糊づけした場合の影響は検討していないことには留意する必要がある。

撥水性のある衣類素材では、ガラスやプラスチックへ付着させた新型コロナウイルスと同様に 5 日以上感染性の残存が認められた。新型コロナウイルスは乾燥状態よりも培地中で感染性が長く保持されることが

報告されているが [Chan KH, et al. 2020. J Hosp Infect. 106: 226- 231]、同じ条件下（温度 20℃，相対湿度 40%）で乾燥状態に静置していても、浸透性の綿 100%生地と撥水性のウール 100%生地とではウイルスの感染性の残存に顕著な差違がみられた。これは単にウイルスの置かれている温湿度環境だけでは説明できない。しかし、接種材料となるウイルス液にはウイルスを安定化させる蛋白質が含まれており、Lai らは 1 mg/ml BSA、Chan らは 1% FBS、本研究では 2% FBS を含むウイルス液を使用していた。そして、撥水性の基材にウイルス液を接種すると、徐々に BSA または FBS の濃縮が起こってウイルスを保護するように乾燥固化する。それにより浸透性の基材に接種したウイルスよりも長時間感染性が保持されるのではないかと考えられる。従って、呼気や唾液とともに排出されて衣類へ付着した新型コロナウイルスの感染性残存が適正に反映されているか疑問が残り、そのことを解消するためには生理食塩水または唾液へスパイクした新型コロナウイルスを用いて撥水性の衣類素材における感染性残存を検討する必要がある、今後の検討課題として残った。

E. 結論

衣類素材では撥水性の高いもので新型コロナウイルスの感染性が数日に亘って残存するが、吸水性の衣類素材では新型コロナウイルスが素材に吸着されて離れない、その後、乾燥によって死滅すると考えられた。そのため、リネン類においても吸

水性の良い素材のものを使用することで、リネン類を介した接触または飛沫感染のリスクを低下できることが期待された。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

厚生労働行政推進調査事業費補助金

厚生労働科学特別研究事業

新型コロナウイルスに汚染されたりネン類等の新型コロナウイルス感染症への感染
リスクの評価及びそれらリネンの安全かつ効果的なクリーニング方法の検証
分担研究報告書

リネン取り扱い作業者の感染リスクの評価

研究分担者 藤田 烈 国際医療福祉大学 未来研究支援センター 准教授
研究協力者 松本 哲哉 国際医療福祉大学 医学部感染症学講座 主任教授
津島 健司 国際医療福祉大学 医学部呼吸器内科学講座 主任教授
大友 陽子 国際医療福祉大学成田病院 感染制御部

研究要旨：SARS-CoV-2 陽性者が使用したりネン類の交換作業によって生じる作業者の感染リスクを評価する目的で本研究を実施した。リネン交換作業者の空気感染リスクを評価するため、SARS-CoV-2 陽性者が使用したりネン類を使用開始から1日後、3日後、5日後、7日後に交換回収し、交換作業の前および交換作業中から作業後の空気サンプルを採取、ウイルス RNA を測定した。さらに、作業員の接触感染リスクを評価するため、リネン類の交換作業直後および SARS-CoV-2 陽性者鼻咽頭検体採取後に、作業者が着用していた PPE 表面（N95 マスク、ゴーグル、ガウン上下部）からサンプルを採取、ウイルス RNA を測定した。調査の結果、リネン類の交換作業中に作業者が着用していたガウンと空気サンプルの一部からウイルス RNA が検出されたが、いずれも Ct 値が 36 以上と高く、リネン交換作業者の臨床的な感染リスクは低いと判断された。

A. 研究目的

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックは、21 世紀において前例のない公衆衛生上の脅威を引き起こしている。WHO の報告によれば、2021 年 4 月時点の全世界の感染者数の累計は 146million に達し、累積死者数は 3million を超えている。

COVID-19 の原因微生物である SARS-CoV-2 は、飛沫感染、接触感染、特殊な状況下での空気感染によって伝播することが知られている。また、SARS-CoV-2 陽性者のウイルス RNA 平均排出時間は上気道で

発症後 17 日、感染伝播能力の持続期間は発症後 9 日程度と報告されている。環境表面に付着した SARS-CoV-2 は 3 日程度感染性を維持すると報告されており、患者周辺環境や患者が利用した器具を介しての接触感染の危険性が指摘されている。

我々は、パンデミックの初期に感染クラスターが発生したクルーズ船内の調査を行い、感染者が使用した寝具等のリネン類から SARS-CoV-2 の RNA が検出されたことを報告した。その後に報告された複数の論文においても同様に、患者が使用した枕カバー

やベッドシートなどからウイルス RNA が検出されることが報告され、これらが感染伝播に寄与する危険性が指摘されている。しかしながら、感染者が使用したリネン類の安全な回収方法は現在まで明らかにされていない。

我々は、SARS-CoV-2 陽性者が利用したリネン類の交換作業によって生じる作業員の感染リスク、を評価し、リネン類の安全な取り扱い方法を検討する目的で本研究を実施した。

B. 研究方法

a. 対象者

本試験はランダム化比較試験として計画された。被験者登録は、2020年9月16日から2020年11月19日の期間に、有症状COVID-19患者を収容する病院と、無症状陽性者を収容する施設で行われた。病院では、鼻咽頭検体のPCR検査が陽性であることが確認されて入院した有症状患者を対象とした。無症状陽性者収容施設では、近隣空港の検疫所で実施された抗原検査で陽性と判定され、入所した者を対象とした。病院では床面積14.5 m²、部屋容積36 m³の陰圧空調病室（病室内の換気回数5.5回/時間）患者の居室として利用し、無症状陽性者収容施設では床面積12 m²、部屋容積30 m³の個室（換気回数は不明）を利用した。

b. 居室内でリネン交換作業を行う作業員の感染リスクの評価

SARS-CoV-2 陽性者が使用したリネン類を使用開始から1日後、3日後、5日後、7日後に交換回収し、交換作業の前および交換作業中から作業後の空気採取した。シー

ツ類を交換するベッドから距離50cm、高さ100cmの場所に the Sartorius MD8 airscan sampling device (Sartorius AG)を設置し、sterile gelatin filters (80 mm in diameter and 3 μm pore size, T3 phage capture rate 99.94%) (Sartorius AG)を用いて50 Liter per minuteの条件で2000 Literの空気をろ過した。各ゼラチンメンブレンフィルターを細かく砕き、100 ml 遠心分離チューブに挿入した。5 ml のVTMをチューブに添加し、フィルターを37°Cで15分間振盪することにより完全に溶解し、ゼラチン溶液をRNA抽出まで-80°Cで保存した。

さらに、作業員の接触感染リスクを評価するため、リネン類の交換作業直後およびSARS-CoV-2 陽性者鼻咽頭検体採取後に、作業員が着用していたPPE表面(N95マスク、ゴーグル、ガウン上下部)からサンプルを採取した。サンプルは、φ10×87mmのsterile flocced plastic swabs (EIKEN CHEMICAL)を用いて採取された。スワブは、サンプル採取の前にviral transport medium (Hanks' balanced salt solution (HBSS) containing 2% heat-inactivated fetal bovine serum (FBS), 100 μg/ml Gentamicin, 50 μg/ml Amphotericin B, 8 μg/ml Tylosin, and 10 μg/ml Levofloxacin) 湿らせ、次いで、8mLのVTMを含有するφ21.9×93.6mmのチューブに入れて準備された。

c. SARS-CoV-2 RNAの検出方法

全サンプルを国立感染症研究所(の実験室(BSL 2+)に輸送し、リアルタイム逆転写酵素ポリメラーゼ連鎖反応(rtRT-PCR)

により検査した。ウイルス RNA は、KingFisher Flex Purification System (ThermoFisher) を用い、MagMAX CORE 核酸精製キット (ThermoFisher) により鼻咽頭スワブ、リネンスワブ、PPE スワブなどのサンプルから抽出した。メーカーの指示に従って、200 μ l のサンプルからそれぞれ 60 μ l の RNA 溶出液を調製した。N2 プライマーセットを用いた rtRT-PCR 混合物を、QuantiTect Probe PCR Kit (QIAGEN) を用いて、5 μ L の抽出 RNA、0.5 μ M のフォワードプライマー、0.7 μ M のリバースプライマー、0.2 μ M の TaqMan プローブからなる 20 μ L の容量で調製した。LightCycler 480 (Roche) を用いて 50° C で 30 分間逆転写した後、95° C で 15 分間変性させた後、95° C で 15 秒間、60° C で 1 分間のサーマルサイクリングプロファイルを用いて 45 サイクル増幅し、国立感染症研究所が設定した標準曲線を用いて患者検体中のウイルスコピー数を算出した。

e. 統計解析方法

人口統計データについては、中央値(IQR、範囲)、頻度分布または割合を用いて要約統計を算出した。空気検体および PPE 検体からのウイルス RNA 検出割合と 95%信頼区間を算出した。病院と宿泊療養施設間の空気検体からのウイルス RNA 検出割合の差について、Fisher 直接確立検定で評価した。すべての統計解析は SAS V. 9.4(SAS Institute, Cary, North Carolina, USA)を用いて行った。

f. 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言、人を対象とする

医学系研究に関する倫理指針および国内関連法規に従い、国際医療福大学成田病院の倫理審査委員会の承認(承認番号:20-Nr-066)を受けて実施された。

C. 研究結果

a. 被験者の属性

23名の被験者が本試験に登録され、その中で Day1 と Day3 の鼻咽頭検体から SARS-CoV-2 RNA が検出された 13 名(無症状陽性者収容施設 6 名、病院 7 名)を解析対象集団とした。属性は、女性 7 名(54%)、年齢中央値 46 歳(四分位範囲 33-55 歳)、7 人(53.8%)が有症状者で残りは無症状であった。有症状者の臨床症状はいずれも軽度であり、National Institutes of Health による重症度分類(1:NIH)で中等症以上に該当する肺炎患者はいなかった。調査期間中の居室内の平均気温は 24.2°C (\pm 1.2)、平均湿度は 47.8% (\pm 14.2)であった。

b. リネン交換作業前および作業中から作業後に採取した空気サンプルの検査結果

合計 52 組、104 検体が回収され、16 検体から SARS-CoV-2 RNA が検出されたが、Ct 値は全て 36 以上でありウイルス分離の結果も陰性であった。リネン交換作業前(6 検体、11%)よりも作業中から作業後(10 検体、18%)に高い頻度で SARS-CoV-2 RNA が検出されたが、統計的な有意差は認められなかった($p=0.4187$)。病院(作業前 7%、作業後 11%)よりも無症状陽性者収容施設(作業前 17%、作業後 29%)で SARS-CoV-2 RNA 検出頻度が高かったが、統計的な有意差はなかった($p=0.0596$)。リネン交換作業前の空気サンプルは陰性だったが作業中から作

業後に陽転化したものが 5 件、作業前よりも作業中から作業後の Ct 値が 1 以上上昇したものが 1 件確認された。

c. リネン交換作業後と鼻咽頭検体採取後の PPE からの SARS-CoV-2 RNA 検出結果

リネン交換作業後の検体は、各 PPE (N95 マスク、ゴーグル、ガウン上部、ガウン下部) ごとに 52 検体、合計 208 検体が回収された。鼻咽頭検体採取後の検体は、PPE (N95 マスク、ゴーグル、ガウン上部) ごとに 26 検体、合計 78 検体が回収された。リネン交換作業後の検体では、ガウン下部 5 検体 (10%) とガウン上部 1 検体 (2%) の合計 6 検体から SARS-CoV-2 RNA が検出されたが、N95 マスクとゴーグルからは検出されなかった。SARS-CoV-2 RNA が検出された 6 検体の Ct 値はいずれも 37 以上であり、ウイルス分離の結果も陰性であった。鼻咽頭検体採取後の検体からは SARS-CoV-2 RNA は検出されなかった。

D. 考察

本研究では、宿泊療養施設および病院に入院している SARS-CoV-2 陽性者を対象に、リネン類の交換作業によって生じる作業者の感染リスクを評価した。調査の結果、リネン類の交換作業中に作業者が着用していたガウンと空気サンプルの一部からウイルス RNA が検出されたが、いずれも Ct 値が高くウイルス分離結果も陰性であったため、リネン交換作業者の臨床的な感染リスクは低いと考えた。

Ct 値と感染伝播能力の関係については、これまでに複数の検討が行われている。Kim MC らと Jie Zhou らの報告によれば、それ

ぞれ Ct 値 30 を超える検体からのウイルス培養は困難であるとされており、Anika Singanayagam らの報告では、Ct 値が 35 を超える検体ではウイルス培養の成功確率が著しく低くなるとされている。さらに、複数の論文において、高い Ct 値の臨床的な解釈に関する議論が行われており、Ct 値 30 台後半のウイルス RNA 検出を感染伝播能力の根拠と判断することに否定的な意見が述べられている。我々の調査では、リネン交換作業後の PPE とリネン交換前後の空気サンプルからウイルス RNA が検出されたが、その Ct 値は空気サンプルで 36 以上、PPE は 37 以上であった。前述の先行研究の結果を考慮して、我々は、今回の調査でウイルス RNA が検出された使用後の PPE と周辺空気について、これらが感染伝播に寄与する可能性は極めて低いと判断した。

空気サンプルの検査結果により、リネン類の交換作業前後にウイルス RNA が空气中に浮遊することが確認された。また、統計的な有意差は認められなかったものの、ウイルス RNA が浮遊する頻度は作業前よりも作業中から作業後の方が高いことが観測された。作業者がリネン交換作業中に SARS-CoV-2 を吸入して感染するリスクについては、検出されたウイルス RNA の Ct 値が全て 36 以上であったことから、必ずしも高くないと考えられた。また、リネン交換作業後の PPE の検査結果において、SARS-CoV-2 陽性者が使用したリネンや周辺の環境表面に直接接触するガウンからウイルス RNA が検出されたが、顔面に着用する N95 マスクおよびゴーグルからは検出されなかった。以上を考慮すると、リネン交換作業によって空気感染リスクが生じる可能性は低いと考えられ

る。ただし、本研究の中で観測されることはなかったが、リネン交換作業中にシーツや Duvet cover などが作業者の顔面に触れる可能性を無視するべきではなく、交換作業中に SARS-CoV-2 陽性者から話しかけられる場面なども想定する必要がある。リネン交換作業者は、手袋とガウンに加え、サージカルマスクと眼の防護具を着用して、接触感染と飛沫感染を適切に予防する必要があると考える。

本研究にはいくつかの限界がある。まず、本研究は無症候陽性者と上気道感染兆候を主訴とする軽症者のみを対象としており、中等症以上の肺炎を伴う感染者については評価されていない。軽症者と中等症以上の感染者間の排ウイルス量に大きな差はないという報告はあるが、中等症以上の肺炎患者では高流量酸素投与や陽圧換気補助、吸引処置、気管内挿管処置など、ウイルスの拡散につながる医療処置が高頻度を実施される。これらの患者の療養環境におけるリネン交換作業者の感染リスクに関する検討は、別途計画されるべきである。

次に、試験デザイン上の限界として、本研究は、事前に検出力を設定してサンプルサイズ設計を行う検証デザインの臨床試験にはなっていないという問題がある。社会的な課題解決のために速やかに結果を示す必要があったこと、先行研究が極めて少なくサンプルサイズ設計に必要な事前情報が入手困難であったこと、計画段階から陽性検体が生じる頻度は低いと予想されており必要なサンプルサイズを通常の方法で算出すると実施可能性が損なわれてしまうことなどが主な理由である。本研究は探索的な研究と位置付けられるものであり、完全な仮

説検証のためには、さらに大規模な研究が必要となる。

最後の限界として、空気サンプリングについては、患者が室内に残っていたために、患者の呼気中のウイルスを測定していた可能性がある。ただし、リネン類の扱いの前後で検出が増えていたことから、実際に舞い上がるウイルス粒子が存在していたと考えられた。さらに、作業者が使用した N95 マスクの汚染調査では、器具の表面のみをふき取って検査しており、マスク内部のウイルス RNA は測定されていない。本研究の結果を解釈するうえで、以上の点を考慮する必要がある。

E. 結論

リネン類の交換作業中に作業者が着用していたガウンと空気サンプルの一部からもウイルス RNA が検出されたが、いずれも Ct 値が高くウイルス分離結果も陰性であったため、リネン交換作業者の臨床的な感染リスクは低いと判断した。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
該当なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Hitomi Kurosu, et al.	Possible contact transmission of SARS-CoV-2 in healthcare settings in Japan, 2020-2021	Infection Control and Hospital Epidemiology	Ahead of print	doi: 10.1017/ice.2021.254.	2021
黒須一見、他	廃棄物を扱う際に接触感染が疑われた清掃員や医療従事者のSARS-CoV-2感染	病原体検出情報 (Infectious Agents Surveillance Report)	速報	https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/coronavirus/2019-ncov/2488-idsc/iasr-news/10327-496p02.html	2021
山岸拓也、他	新型コロナウイルス感染症患者が使用したりネン類等を扱う時の感染リスクと安全かつ効果的なクリーニング方法	病原体検出情報 (Infectious Agents Surveillance Report)	速報	https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/coronavirus/2019-ncov/2488-idsc/iasr-news/10338-496p03.html	2021

<別添>

新型コロナウイルス感染症患者が使用したリネン類等を扱う際の感染リスクとクリーニング方法についてのエビデンスのまとめ

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は飛沫感染が主な感染経路であるが、接触感染や特殊な状況下での空気感染の可能性が指摘されている。COVID-19 患者の増加により入院だけでなく、宿泊療養や自宅療養を行う機会が増え、同患者が使用したリネン類等を安全かつ効果的にクリーニングを行うことが課題となっている。ここでは、COVID-19 感染者が使用したリネン類等を扱う際の感染リスクとクリーニングの有効性や安全性に関するエビデンスをまとめた。

1. COVID-19 患者が使用したリネン類等の SARS-CoV-2 汚染状況

リネン類の汚染に関する文献レビューでは、枕や枕カバーからのウイルス検出が 5 文献¹⁾⁻⁶⁾、ついでベッドシーツが 3 文献^{3) 4) 6)}より報告されている。感染者が 1 週間以上継続使用した枕カバーから 34% (11/32)と高い割合で SARS-CoV-2 の RNA が検出¹⁾され、症状発現前の COVID-19 陽性患者 2 名が利用した枕カバーより RNA が 3 時間から 24 時間検出²⁾されている。

本研究においては、無症状者や軽症者が入所する宿泊療養 1 施設と軽症から中等症の患者が入院する 1 病院（通常病床と陰圧室）で、患者が使用したシーツ、ワンピース型寝間着、枕カバー、かけ布団カバー、バスタオル、フェイスタオルの表面を検体採取した。

この結果、SARS-CoV-2 RNA 検出頻度はシーツ、ワンピース型寝間着、枕カバー、かけ布団カバーから 8-29%、バスタオルとフェイスタオルから 4-8%であり、各リネン類等の総検出割合は宿泊療養施設と病院で頻度に違いを認めなかった。Ct 値 34 未満の検出は宿泊療養施設では Day5 まで、病院では Day3 まで確認された。

2. COVID-19 患者が使用したリネン類等を扱う際に、SARS-CoV-2 に飛沫感染や空気感染するリスク

病院内の病室環境からの SARS-CoV-2 検出に関しては 11 文献⁷⁻¹⁷⁾ から報告があり、ホテルと病院で実施した環境調査では PCR は検出するもウイルス培養では検出されなかった¹⁰⁾との報告もあった。

本研究では、空気検体は宿泊療養施設のほうが病院に比べ、有意ではなかったものの高頻度に検出されていた（回収後 29%（7/24）vs11%（3/28））。リネン類等の交換時に大気中へウイルスが舞いあがる可能性が示されたが、感染性がある SARS-CoV-2 がリネン類等に付着している場合でも、空気検体から感染性があるウイルスは確認されなかった。

3. COVID-19 患者が使用したリネン類等を扱う際に、SARS-CoV-2 に接触感染するリスク

病院等で患者ケアを実施した後の PPE 汚染に関しては 4 文献¹⁸⁻²¹⁾ から報告があり、Ct 値は 38-40 であった。

本研究では PPE のうち、ガウン上部 1 検体（2%）、ガウン下部 5 検体（10%）の計 6 検体が

<別添>

ら RNA が検出されたが、N95 マスクとゴーグルからは検出されなかった。鼻咽頭検体採取後の PPE から RNA は検出されなかった。PPE 検体と空気検体の Ct 値はいずれも 34 以上であった。入院又は発症 5 日目（リネン類等から Ct 値 34 未満の検体が検出された日）に加え更に数時間は、長袖ガウンと手袋着用及び手指衛生の遵守が重要であると考えられた。

4. SARS-CoV-2 で汚染されたリネン類等のクリーニングの効果

英国保健省²³⁻²⁵⁾ や National Health Service ガイドライン²⁶⁾ では、白衣は、素材が耐えられる最も高い温度でほぼすべての微生物が除去される 60℃10 分間の洗浄を推奨している。リネンなど工業用洗濯では 60℃10 分間または 71℃3 分間の熱消毒、化学消毒は工程が熱消毒と同等かそれ以上の効果がある場合に低温が許可されており、感染性リネンはリネンの取り扱いや事前選別を避けるため、洗濯機に直接投入可能な水溶性アルギン酸塩バッグに入れる必要があるとしている。

ドイツでは、Robert Koch Institute ガイドライン等²⁷⁻²⁹⁾に、汚染リネンと清潔リネンの分離、洗濯機の適切な投入など、商業用ランドリーの衛生要件が挙げられ、90℃10 分間の熱消毒、ロベルトコッホ研究所にて概要が承認された薬剤を使用した化学消毒が記載されている。

米国では、CDC ガイドライン³⁰⁾ にて、「洗濯物は衛生的に清潔にする必要があり、一般的に栄養型病原体は存在しないが無菌ではない状態が推奨されている。洗剤での洗浄では、71℃25 分間の熱消毒が推奨され、低温洗浄 (<71℃) は、選択した消毒剤が低温での使用に適している必要がある。

日本では、厚生省健康政策局指導課長通知³¹⁾ で、医療施設での感染性のあるリネンの洗浄方法として、A：熱水消毒（80℃・10 分）での洗濯と B：0.05%（500 ppm）～0.1%

（1,000ppm）の次亜塩素酸ナトリウム溶液に 30 分間浸漬後洗濯の 2 種類の方法を挙げている。

各国のリネンの洗濯方法では、熱を用いた方法では 60℃～90℃、10 分～3 分間と幅があり、熱が使用不可の場合に化学薬品を使用した消毒を行う場合は、各国のガイドライン等で規定されている製品を推奨していた。

本研究では、国内で推奨の A（熱水）と B（消毒）とそれ以外の方法として 3 種類の洗濯を試みた。Day1 と Day3 に使用済みリネン類等を『水、洗剤及び柔軟剤を用いた洗濯機による洗濯、80℃温水の 10 分間浸漬、次亜塩素酸ナトリウム 250ppm30 分間浸漬』のいずれかを実施したすすぎ水を採取した。洗濯後のすすぎ液では、水洗いで検出なし、洗剤洗濯 1 検体（20%、Ct 値 40）、柔軟剤洗濯 1 検体（17%、Ct 値 37）で RNA が検出された。

重要なのは、繊維が除染されていることを確認するために洗濯工程が定期的に監視され、洗濯機のメンテナンス、定期的な環境消毒、清潔で汚れたリネンの領域の物理的分離など潜在的な相互汚染を最小限に抑えるための感染管理手順が実施されていることである。

まとめ

医療機関からの新型コロナウイルスに感染する危険のある寝具類の洗濯の外部委託に当たっては、やむを得ない場合を除き、医療機関内の施設で、『熱水消毒（80℃・10 分）または、500 ppm～1,000ppm 次亜塩素酸ナトリウム溶液に 30 分間浸漬後、洗濯』を実施する^{32, 33)} こととされている

<別添>

た。しかし、今般の新型コロナウイルス感染症の発生状況から宿泊療養や自宅療養患者が増加しリネン類の処理対応が困難となり、廃棄処分等の状況が起きた。

「洗濯施設」には、医療法（政令・省令）・厚生省通知による規制があり、病院、診療所、助産所が寝具類の洗濯業務を民間の洗濯施設に委託する場合には、医療法第 15 条の 3 第 2 項³⁴⁾ 及びこれに基づく厚生省通知により規制がある。厚生省健康政策局長通知³¹⁾ による規制では、原則として「病院洗濯物のみを取り扱う専門施設」であることや委託業務の範囲を定め、洗濯施設は「衛生基準」を満たす洗濯工場であることとされている。クリーニング業法³⁶⁾ 施行規則の最終改正³⁷⁾ 第 1 条の 5 には「病院又は診療所において療養のために使用された寝具その他これに類するもの」が含まれており、宿泊療養施設や自宅療養の場合、多くはクリーニング業法の範疇となる。リネンサプライ業に係わる洗濯施設及び設備に関する衛生基準³⁸⁾ では、消毒は理学的方法（蒸気消毒、熱湯消毒）と科学的方法（塩素剤、界面活性剤、ホルムアルデヒドガス、酸化エチレンガス）があり、洗濯施設では熱湯消毒と塩素剤を使用した方法が多く取り入れられている。このため、本研究では、日常的に多く実施されると熱湯消毒、塩素消毒、家庭で実施している洗濯機を使用した洗濯による SARS-CoV-2 の感染性の評価を実施した。なお、ドライクリーニングに関しては更なる知見の集積が必要である。

本研究で、患者周囲にあるリネン類等は一定頻度で汚染されていることが確認された。ウイルス分離可能な Ct 値 34 未満の検体は、入院又は発症 5 日目以降は確認されなかった。このことから無症状や軽症中等症患者のリネン類等を扱う際は、少なくとも入院又は発症 5 日目までは、感染性がある SARS-CoV-2 が付着している可能性がある。このため、感染性のある SARS-CoV-2 が付着しているリネン類等を扱う際は、患者と接する可能性も考慮し、眼・鼻・口腔粘膜を保護するためのサージカルマスクと目の防護具の着用は重要である。いかなる洗剤を使っても家庭用洗濯機での標準的な時間で洗浄すれば、洗濯後のリネン類等を扱うことによる感染性リスクは低い。また、安全に運搬し洗濯機へ搬入できれば、COVID-19 患者が使用したリネン類等の洗濯前の熱湯消毒や化学消毒は必ずしも必要ない。今回得られた知見を元に、リネン類等を破棄せず安全に洗濯していくことで、資源を有効に活用することも可能になると考えられる。

文献

- (1) Yamagishi, T. Ohnishi, M. Matsunaga, N., et al. Environmental Sampling for Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 During a COVID-19 Outbreak on the Diamond Princess Cruise Ship. *J Infect Dis.* 2020; Sep 1;222(7):1098-1102.
- (2) Jiang, F.C. Jiang, X.L. Wang, Z.G., et al. Detection of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 RNA on Surfaces in Quarantine Rooms. *Emerg Infect Dis.* 2020; Sep; 26(9): 2162–2164.
- (3) Wei, L. Huang, W. Lu, X., et al. Contamination of SARS-CoV-2 in patient surroundings and on personal protective equipment in a non-ICU isolation ward for COVID-19 patients with prolonged PCR positive status. *Antimicrobial Resistance and Infection Control.* 2020; 9:167.
- (4) Luo, L. Liu, D. Zhang, H. et al. Air and surface contamination in non-health care settings among

<別添>

- 641 environmental specimens of 39 COVID-19 cases. *PLoS Negl Trop Dis*. 2020; Oct 9;14(10).
- (5) Ryu, B, H. Cho, Y. Cho, O, H. et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 during the COVID-19 outbreak in South Korea. *American Journal of Infection Control*. 2020;48(8).
 - (6) Pianna, A. Colucci, M, E. Valeriani, F. et al. Monitoring COVID-19 Transmission Risks by Quantitative Real-Time PCR Tracing of Droplets in Hospital and Living Environments. *mSphere*. 2021 ; Jan 6;6(1).
 - (7) Liu, Y. Ning, Z. Chen, Y. et, al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature*. 2020; June, 582(25) ,557-561.
 - (8) Kenarkoohi, A. Noorimotlagh, Z. Falahi, S. et, al. Hospital indoor air quality monitoring for the detection of SARS-CoV-2 (COVID-19) virus. *Sci Total Environ*. 2020 Jul 29. 748 (2020) 141324.
 - (9) Passos, R, G. Silveira, M, B. Abrahao, J, et al. A. Exploratory assessment of the occurrence of SARS-CoV-2 in aerosols in hospital facilities and public spaces of a metropolitan center in Brazil. *Environ Res*. 2021; 195:110808.
 - (10) Shmuel, A, B. Nissimov, T, B. Glinert, I. et al. Detection and infectivity potential of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) environmental contamination in isolation units and quarantine facilities. *Clin Microbiol Infect*. 2020.
 - (11) Ledniucky JA. Lauzardo, M. Fan, Z, H. et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. *Int J Infect Dis*. 2020; 100: 476-482.
 - (12) Mouchtouri, V, A. Koureas, M. Kyritsi, M. et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 on surfaces, air-conditioner and ventilation systems. *Int J Hyg Environ Health*. 2020 Aug 13; 230: 113599.
 - (13) Zhou, J. Otter, J, A. Price, J, R. et al. Investigating SARS-CoV-2 surface and air contamination in an acute healthcare setting during the peak of the COVID-19 pandemic in London. *Clin Infect Dis*. 2020; Jul 8; ciaa905.
 - (14) Ma, J. Qi, X. Chen, H. et al. COVID-19 patients in earlier stages exhaled millions of SARS-CoV-2 per hour. *Clin Infect Dis*. 2020; Aug 28; ciaa1283
 - (15) Lei, H. Ye, F. Liu, X. et al. SARS-CoV-2 environmental contamination associated with persistently infected COVID-19 patients. *Influenza Other Respir Viruses*. 2020 Nov;14(6):688-699.
 - (16) Dumont-Leblond, N. Veillette, M. Mubareka, S. et al.. Low incidence of airborne SARS-CoV-2 in acute care hospital rooms with optimized ventilation. *Emerg Microbes Infect*. 2020 Dec;9(1):2597-2605.
 - (17) Chia, P, Y. Coleman, K, K. Tan, Y, K. et al. Detection of air and surface contamination by SARS-CoV-2 in hospital rooms of infected patients. *Nat Commun*. 2020 May 29;11(1):2800.
 - (18) Ong SWX, Tan, Y, K. Chia, P, Y. et al. Air, Surface Environmental, and Personal Protective

<別添>

- Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. JAMA. 2020.
- (19)Aumeran, C. Henquell, C. Brebion, A. et al. Isolation gown contamination during healthcare of confirmed SARS-CoV-2-infected patients. J Hosp Infect. 2021; Jan 107:111-113.
- (20)Guo ZD, Wang, Z, Y, Zhang, S, F. et al. Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020 Jul; 26(7):1583-1591.
- (21)Ye, G. Lin, H. Chen, S. et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 in healthcare premises. J Infect. 2021 Aug;81(2):e1-e5.
- (22)Phan, LT. Sweeney, D. Maita, D. et al. Respiratory viruses on personal protective equipment and bodies of healthcare worker. Infect Control Hosp Epidemiol. 2019; Dec;40(12):1356-1360.
- (23)Owen, L. Laird, K. The role of textiles as fomites in the healthcare environment: a review of the infection control risk. PeerJ. 2020; 8: e9790.
- (24)British Standards Institute. 2016. BS EN 14065:2016. Textiles - Laundry processed textiles Biocontamination control system.
- (25)U.K. Department of Health. 2016a. Health Technical Memorandum 01-04: decontamination of linen for health and social care. Management and provision.
- (26)National Health Service (NHS). 2020. Uniforms and workwear: guidance for NHS employers.
- (27)Robert Koch Institute: RKI. 2003. Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention Ziffer 4.4.3 und 6.4.
- (28)Fijan S, Cencic A, Turk SS. 2006. Hygiene monitoring of textiles used in the food industry. Brazilian Journal of Microbiology 37(3): 356-361.
- (29)Heintz M, Bohnen J. 2011. Hygiene in commercial laundries. Hygiene & Medizin 36(7/8):292-299.
- (30)CDC. 2003. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities.
- (31)厚生省健康政策局指導課長通知 病院、診療所等の業務委託について 平成 5 年 2 月 15 日 指第 14 号各都道府県衛生主管部(局)長あて
- (32)厚生労働省医薬・生活衛生局生活衛生課、健康局結核感染症課事務連絡 新型コロナウイルス感染症患者等が使用した物として引き渡されたリネン類の取扱いについて 令和 2 年 4 月 24 日
- (33)一般社団法人日本病院寝具協会発行「寝具類の消毒に関するガイドライン (第 7 版)
- (34)医療法第 15 条の 3 第 2 項(平成 4 年法律第 89 号改正)
- (35)クリーニング業法 (昭和 25 年 5 月法律第 207 号)
- (36)クリーニング業法施行規則 (厚生労働省令第 163 号, 最終改正平成 20 年 11 月 28 日)
- リネンサプライ業に係わる洗濯施設及び設備に関する衛生基準
(www.jlsa.or.jp/nintei/pdf/kijyun.pdf)

国立感染症研究所ヒトを対象とする医学研究倫理審査結果通知書

令和2年8月6日

山岸 拓也 殿

国立感染症研究所長



受付番号：1167

研究課題名：新型コロナウイルスに汚染されたリネン類等の新型コロナウイルス感染症への感染リスクの評価及びそれらリネンの安全かつ効果的なクリーニング方法の検証

研究者名：山岸 拓也・花木 賢一・黒須 一見・法月 正太郎・藤田 烈・大石 貴幸

研究期間：2020年承認日～2021年3月末日

上記課題名の^①研究計画・公表予定は、国立感染症研究所ヒトを対象とする医学研究倫理審査委員会において審議され、下記のとおり判定したので通知します。

記

判定	非該当 変更の勧告	<input checked="" type="checkbox"/> 承認 <input type="checkbox"/> 不承認	条件付承認
勧告あるいは条件・理由			