

クリーニング店に持ち込まれる衣類の微生物汚染に起因する感染事故リスクとその防止法の検討

研究代表者 林俊治 北里大学・医学部・教授

**研究要旨** クリーニング店に病原微生物に汚染された衣類が持ち込まれることによって感染事故が起きる危険性を明らかにすることを目的として、衣類の細菌汚染調査を中心としたクリーニング業の調査を実施した。その結果、クリーニング店に持ち込まれる衣類は全て細菌に汚染されていることが昨年度の研究で判明した。今年度の研究において、衣類汚染菌について、菌種同定を行い、病原性を解析し、薬剤感受性試験を行った。その結果を基に感染事故のリスクとして浮上してきたものは以下のとおりである。①医療施設の中で仕事着として着用されていた衣類から検出される細菌は抗菌薬耐性菌である率が高く、このような衣類がクリーニング店に持ち込まれることによって、薬剤耐性菌が市中に拡散する危険性がある。②動物と接触した衣類には動物由来の微生物が付着している。今回の検討では危険な菌が検出されたわけではないが、接触する動物の種類によってはどのような菌が衣類に付着してくるか予想ができない。③洗濯済みの衣類は概ね清潔であるが、芽胞形成菌であるセレウス菌が付着しており、これが感染事故を起こす危険性がある。

## 研究分担者

内藤由紀子 北里大学・医療衛生学部・教授

伊藤 道子 北里大学・看護学部・准教授

中村 正樹 北里大学・医療衛生学部・助教

今西 市朗 北里大学・医学部・助教

## A. 研究の背景と目的

クリーニング業は不特定多数の顧客より衣類の洗濯を依頼される業種である。これらの衣類には様々な微生物が付着しており、衣類同士の接触により衣類から衣類へ微生物が伝播する可能性もある。さらに、その中に病原微生物が存在している危険性もある。病原微生物に汚染さ

れた衣類と接触すれば、クリーニング業の従業員および不特定多数の顧客において、感染事故が発生するリスクがある。実際に、2006年に洗濯済みのシーツやタオルの細菌汚染が原因となって院内感染が起きた事例が発生している。

そこで、①クリーニング業法施行規則（昭和25年厚生省令）において消毒が求められる衣類（指定洗濯物）が定められている。さらに、②「クリーニング所における衛生管理要領について」（昭和57年厚生省環境衛生局長通知）に衣類の消毒方法が記載されている。その後、クリーニング業を取り巻く状況に様々な変化があり、現行の制度では現状に対応しきれなくなっている。

例えば、医療現場で着用された衣類や動物と

接触した衣類がクリーニング引き受け店に持ち込まれることがあり、これらの衣類が病原微生物に汚染されている危険性を指摘する声がある。しかし、これらの衣類がどのような微生物に汚染されているかはほとんど調査されていない。

以上のような現状を考慮すると、現行の制度だけではクリーニング業の衛生水準を維持するのに十分とは言えない。したがって、病原微生物に汚染された衣類による感染事故を防ぐために有効な制度を新たに設計する必要がある。しかし、それは現状を反映したものでなくてはならない。そこで、各種の衣類の微生物汚染の状況を調査し、新たな制度を設計するためのエビデンスを提供するのが本研究の目的である。

## B. 研究の内容と方法

本年度の研究は以下の複数の調査・検討によって構成されている。研究方法の詳細は各項目で説明する。

- 文献検討
- 衣類汚染菌の菌種同定
- 衣類汚染菌の病原性の検討
- 衣類汚染菌の抗菌薬感受性の検討
- 衣類の消毒法の検討

本研究のサンプルとして用いた衣類は全て廃棄衣類であり、個人情報と完全に切り離された状態で入手している。本研究の倫理面の配慮については、研究倫理の専門家より倫理審査の対象外である旨の意見を得ている。

## C. 文献検討

### 1. 文献の収集

昨年度は和文論文を基に文献検討を行った。本年度はPubMedを用いて衣類の微生物汚染に

関する英文論文を収集し、それを基に文献検討を行った。収集した文献の一覧は資料1に提示した。

### 2. 文献を基にした考察

文献を基にした考察の詳細は資料1にまとめた。汚染衣類に起因する感染事故がクリーニング業の従事者に起こった例が海外で報告されている。危険因子としては、衣類の糞便汚染および血液汚染が挙げられている。洗濯が終わった衣類による感染事故はほとんど報告されていないが、例外的にセレウス菌による感染事故が複数報告されている。

## D. 衣類汚染菌の菌種同定

### 1. 同定対象とした菌株

昨年度の検討で以下のカテゴリーの衣類の細菌汚染の状態を解析した。その際に衣類を汚染していた菌株を分離し保存してあったものの菌種同定を行った。

- 通常の衣類（通常のオフィスの従業員が仕事着として着用していたシャツ）
- 下着（インナーシャツ、パンツ、靴下）
- 医療従事者の衣類（医療従事者が仕事着として着用していたもの）
- 動物と接触した衣類の細菌汚染（動物病院もしくはペットショップの従業員が仕事着として着用していたもの）

### 2. 菌種同定の方法

衣類から分離された菌株の菌種同定は飛行時間型質量分析法（TOF-MS）を用いて行った。さらに、補助的に生化学的性状や遺伝子の解析も用いて菌種同定を行った。

### 3. 衣類汚染菌の菌種

衣類を汚染していた菌株の菌種を同定した結果を資料 2 にまとめた。

洗濯前の衣類から検出される菌のほとんどは、バシラス属、ブドウ球菌属、コリネバクテリウム属などのグラム陽性菌および真菌であった。衣類よりグラム陰性菌が検出されることは稀であった。

バシラス属の同定を行ったところ、その多くはセレウス菌 (*B. cereus*) もしくは枯草菌 (*B. subtilis*) であった。これらは生活環境中から高頻度に検出されてくる菌種である。しかし、バシラス属は TOF-MS で菌種を同定することが難しく、同定不能の菌株も少なくなかった。

ブドウ球菌属の多くはヒトの皮膚の常在菌である表皮ブドウ球菌 (*S. epidermidis*) であり、黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*) や腐性ブドウ球菌 (*S. saprophyticus*) も存在していた。動物と接触していた衣類のみから、イヌやネコの獣毛由来と思われる *S. pseudintermedius*、*S. felis*、*S. schleiferi* といった菌種が検出された。この結果は動物と接触していた衣類には動物由来の細菌が付着していることを示している。ただし、これらの菌種はヒトに対して強い病原性を持つものではない。

コリネバクテリウム属は様々な菌種が同定された。*C. macginleyi*、*C. propinquum*、*C. pseudodiphtheriticum*、*C. bovis*、*C. accolens*、*C. amycolatum* などである。いずれもヒトの皮膚や鼻腔の常在菌であり、病原性は低い。

衣類からグラム陰性菌が検出されることが少ないが、その少ない菌株の菌種を同定すると、*Acinetobacter baumannii* や *Stenotrophomonas maltophilia* といったブドウ糖非発酵菌 (NF-GNR) であった。これらの病原性は低い。例外はパンツから分離されたグラム陰性菌で、

大腸菌 (*Escherichia coli*) やクレブシエラ属 (*Klebsiella* spp.) といった腸内細菌科の菌種であった。これらの菌種はヒトの腸内の常在菌であり、パンツが糞便に汚染されていることを示している。

真菌は TOF-MS で菌種を同定することができなかった。また、パンツからクロストリジウム属の細菌がわずかに検出されたが、この菌種同定もできなかった。

## E. 衣類汚染菌の病原性

### 1. 病原性の解析対象とした菌種と方法

今回の検討で多くの衣類から検出され、病原性の強い菌種としては、黄色ブドウ球菌およびセレウス菌が挙げられる。さらに、これらの菌種の病原性に関与する遺伝子は既に知られている。そこで、PCR 法を用いてこれらの菌種の病原遺伝子の有無を調べた

### 2. 黄色ブドウ球菌の病原遺伝子の解析

衣類から分離された黄色ブドウ球菌の病原性を解析する目的で、以下の毒素遺伝子の有無を解析した。その結果は資料 3 にまとめた。

▶ トキシックショック症候群毒素

▶ 表皮剥奪毒素

▶ エンテロトキシン A~E

本研究では衣類から分離した 85 株の黄色ブドウ球菌を調べたが、トキシックショック症候群毒素の遺伝子を持っている菌株はなかった。

表皮剥奪毒素は調査した菌株の約 2%から検出された。検出率が低いので、統計学的な議論は難しいが、衣類のカテゴリーと表皮剥奪毒素の保有率の間に関連は見られなかった。

調査した菌株の 3.5%からエンテロトキシン A が検出された。同様に 3.5%の菌株からエンテロ

トキシン B が検出された。エンテロトキシン C は 1.2%の菌株から、エンテロトキシン D は 1.2%の菌株から検出された。エンテロトキシン E が検出された菌株はなかった。合計すると、約 9%の菌株がエンテロトキシンの遺伝子を保有しており、食中毒の原因になりうることが判明した。検出率が低いので、統計学的な議論は難しいが、衣類のカテゴリーとこれらの毒素の保有率に関連は見られなかった。

### 3. セレウス菌の病原遺伝子の解析

衣類から分離されたセレウス菌の病原性を解析する目的で、以下の毒素遺伝子の有無を解析した。その結果は資料 3 にまとめた。

- 嘔吐毒素
- エンテロトキシン

本研究では衣類から分離した 95 株のセレウス菌を調べた。嘔吐毒素は約 15%の菌株から検出された。エンテロトキシンは約 60%の菌株から検出された。毒素陽性株は食中毒の原因になりうる。しかし、これらの毒素の検出率と衣類のカテゴリーとの間に関連は認められなかった。

## F. 衣類汚染菌の抗菌薬感受性

### 1. 抗菌薬感受性の解析対象とした菌種と方法

今回の検討で多くの衣類から検出され、病原性が強く化学療法の対象となる菌種としては、黄色ブドウ球菌およびセレウス菌が挙げられる。そこで、これらの菌種の各種抗菌薬に対する薬剤感受性を調査した。

薬剤感受性試験は CLSI が WHO の勧告基準に準拠して制定した Kirby Bauer (KB) ディスク法を用い、各菌株を薬剤ごとに感受性・低感受性・耐性に分類した。抗菌薬としては、以下のものを用いた。

- アンピシリン (ABPC)
- セフォキシチン (CFX)
- メロペネム (MEPM)
- ミノサイクリン (MINO)
- レボフロキサシン (LVFX)
- アルベカシン (ABK)
- バンコマイシン (VCM)

### 2. 黄色ブドウ球菌の薬剤感受性

衣類から分離された黄色ブドウ球菌 (85 株) の薬剤感受性の結果は資料 4 にまとめた。医療従事者の衣類から分離された菌株はβラクタム系抗菌薬に対する耐性率が他のものに比べ高い傾向が認められた。この耐性菌はメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) であると思われる。動物と接触した衣類から分離された菌株もβラクタム系に耐性である率がやや高い。

### 3. セレウス菌の薬剤感受性

衣類から分離された黄色ブドウ球菌 (95 株) の薬剤感受性の結果は資料 5 にまとめた。セレウス菌はカルバペネム系を除くβラクタム系抗菌薬には耐性である。しかし、その他の抗菌薬には良好な感受性を示した。抗菌薬感受性と衣類のカテゴリーの間に関連は認められなかった。

## G. 衣類の消毒法の検討

### 1. 消毒法の検討に用いた菌株と消毒薬

衣類から分離された黄色ブドウ球菌 (20 株)、表皮ブドウ球菌 (30 株)、コリネバクテリウム属 (30 株)、グラム陰性菌 (10 株)、枯草菌 (30 株)、セレウス菌 (20 株)、真菌 (30 株) を用いて消毒法の検討を行った。

消毒薬としては以下の薬剤を用いて、それぞれの消毒効果を評価した。

#### <低レベル消毒薬>

- グルコン酸クロロヘキシジン
- 塩化ベンザルコニウム
- 塩酸アルキルジアミノエチルグリシン

#### <中レベル消毒薬>

- エタノール
- 次亜塩素酸ナトリウム
- 過酸化水素
- クレゾール水
- ホルマリン水

#### <高レベル消毒薬>

- グルタラール
- フタラール
- 過酢酸

以上の消毒薬を用いた化学的消毒法の他に、80°Cの熱水による物理的消毒法も検討した。

## 2. 消毒法の評価方法

木綿の布片に 10<sup>6</sup> 個の生菌を付着させ、この布片を消毒薬に 1 分間浸漬した後、布片に残存している生菌の有無を培養法によって調べた。その結果、全ての菌が死滅していることをもって消毒の成功と判定した。各消毒法の消毒成功率を資料 6 にまとめた。

## 3. 低レベル消毒薬の消毒効果

低レベル消毒薬はグラム陰性菌に有効である。ブドウ球菌属、コリネバクテリウム属、真菌に対しても概ね有効だが、菌株によっては消毒の失敗が起こる。バシラス属（枯草菌、セレウス菌）には全く効果がない。

## 4. 中レベル消毒薬の消毒効果

中レベル消毒薬はグラム陰性菌、ブドウ球菌属、コリネバクテリウム属、真菌に対して概ね有効である。しかし、バシラス属にはほとんど

効果がない。これはバシラス属の作る芽胞がこれらの消毒薬に耐性であるためと考えられる。

## 5. 高レベル消毒薬の消毒効果

バシラス属を含む全ての菌に対して有効である。バシラス属の芽胞まで死滅させることを望むなら、高レベル消毒薬を使用する必要がある。

## 6. 熱水の消毒効果

熱水による消毒は、グラム陰性菌、ブドウ球菌属、コリネバクテリウム属、真菌に対して概ね有効である。しかし、バシラス属には全く効果がない。

## H. 想定される感染事故

### 1. 汚染衣類による感染

クリーニング店に持ち込まれる衣類は、衣類によって程度の差はあるが、ある程度の細菌や真菌に汚染されている。したがって、これらの衣類を扱うことになるクリーニング業の従業員は、これらの菌と恒常的に接触していると考えなくてはならない。これは感染事故につながる危険性を意味している。

衣類を汚染している菌の大半は健常人に病原性を示す可能性の低いものであり、明らかな症状を呈する感染症に至ることは稀と考えられる。ただし、従業員の中に免疫不全者がいた場合、日和見感染を起こす可能性がある。

衣類から比較的高率に検出され、健常人にも感染事故を起こす可能性があるものは、黄色ブドウ球菌とセレウス菌である。特殊な病原遺伝子を持つ黄色ブドウ球菌は強い病原性を示す可能性があるが、そのような菌が衣類から高率に検出されるわけではない。

パンツには糞便由来菌が付着しており、これ

らの菌が感染事故を起こす可能性がある。しかし、パンツは指定洗濯物として消毒が求められており、法令を遵守している限りはパンツが感染事故を起こす可能性は低いと考えられる。

動物に接触した衣類からは動物の獣毛由来と考えられる菌種が検出される。今回の研究では、ヒトに病原性を示す菌種が検出されたわけではないが、ヒトに強い病原性を持つ菌を保有している動物もいることから、動物由来の菌が衣類を介してクリーニング業に持ち込まれることは懸念材料である。

医療従事者の衣類からは高率に抗菌薬耐性菌が検出される。したがって、これらの衣類がクリーニング業に持ち込まれることによって、耐性菌が一般社会に拡散する危険性がある。

## 2. 洗濯済み衣類による感染

洗濯されて顧客に返却される衣類は比較的清潔であり、洗濯後の衣類が原因となって感染事故が起きる可能性は低いと思われる。ただし、クリーニング業の作業工程の中で、洗濯後の清潔衣類が洗濯前の汚染衣類によって汚染された場合、洗濯後の衣類による感染事故も起こりうるだろう。

洗濯後の衣類もセレウス菌によっては汚染されており、本菌による感染事故は起こりうる。洗濯後の衣類による感染事故は、クリーニング業の従業員だけでなく、顧客も被害者になりうる点で注意が必要である。

## 3. 衣類由来の細菌による食中毒

衣類から検出された菌の中に食中毒の原因となるセレウス菌と黄色ブドウ球菌が存在する点は懸念材料である。特にセレウス菌は洗濯後の衣類からも検出される。したがって、調理師が職場で着用している衣類にセレウス菌が付着し

ていても不自然ではない。したがって、セレウス菌が衣類を介して食品に混入し、食中毒が起きる可能性がある。そのような事例は文献的に見つからなかったが、食中毒の全ての事例で原因菌の混入経路が判明しているわけではない。したがって、衣類の細菌汚染に起因する食中毒の可能性は否定できない。

# I. 感染事故を防ぐために

## 1. 一般的な感染予防策

ヒトの体が無菌ではない以上、衣類が無菌ということはありません。したがって、クリーニング業では、洗濯を依頼された衣類は全て細菌に汚染されているという認識で業務を行うべきである。したがって、医療施設における「標準予防策」に準じた予防策を講じるべきである。具体的には、手指衛生の励行や個人防護具の使用が求められる。

現在、クリーニング引き受け店やクリーニング工場で、COVID-19 対策として様々な対策が取られているが、COVID-19 のパンデミックが終了しても、同様の対策を維持すべきだろう。

## 2. 衣類の交差汚染の防止

当たり前のことではあるが、洗濯前の衣類は不潔であり、洗濯後の衣類は清潔である。したがって、この両者を接触させることで、洗濯後の清潔な衣類を汚染させてはいけません。クリーニング引き受け店の中には、洗濯前の衣類を扱う場所と洗濯後の衣類を扱う場所が近接している店があるが、これは十分に離れている必要がある。汚れが付着するのを防ぐために、洗濯後の衣類はビニール袋に覆われて返却されるのが一般的である。現在、合成樹脂の使用制限の流れで、このビニール袋を廃止しようという動き

があるが、衣類の汚染防止の観点からは、このビニール袋の使用は継続すべきである。

### 3. 懸念のある衣類

今回の研究の結果、感染事故の原因として、いくつかの衣類に懸念が生じた。その中で最も重要なものは医療従事者の衣類である。現在、抗菌薬耐性菌の市中拡散が問題となっているが、医療従事者の衣類を介して耐性菌が市中に拡散する危険性がある。医療従事者の衣類の扱いについてはなんらかの規制が必要であろう。

動物と接触した衣類も懸念材料である。今回の研究で動物と接触した衣類から検出された菌種はイヌやネコの皮膚常在菌である。今回の衣類サンプルは動物病院もしくはペットショップで着用されていた衣類であり、これらの施設で扱う動物の多くがイヌかネコであることを考えると、当然の結果といえる。しかし、珍奇な動物をペットとする人が増えてきており、このような動物がどのような菌を保有しているかは不明である。したがって、動物と接触した衣類についてもなんらかの規制を検討すべきだろう。

糞便由来の菌が付着しているという点ではパンツにも懸念があるが、パンツは指定洗濯物に指定されており、通常のクリーニング引き受け店に持ち込まれることはないので、現状としては問題ないと思われる。

汚染菌量が多いという点で問題なのは靴下だが、靴下がクリーニング引き受け店に持ち込まれることはなく、実害はないと思われる。

### 4. 衣類の消毒

感染事故の原因になる危険性のある衣類に対しては消毒が求められるだろう。この際に重要なのは、衣類汚染菌をどの程度まで殺滅するのかである。これによって使用すべき消毒方法が

変わってくる。

芽胞形成菌を除く一般細菌を殺滅するだけなら、中レベル消毒薬を用いれば十分である。中レベル消毒薬は芽胞を殺滅する効果は不十分であるが、その他の細菌に対しては強い消毒効果を示す。中レベル消毒薬の中では次亜塩素酸ナトリウムもしくは次亜塩素酸カルシウム（サラシ粉）が衣類の消毒に適当であろう。エタノールは可燃性があるため、クリーニング工場で大量に使用するのが難しい。また、フェノールやクレゾールは排出規制の問題があるので使い難い。塩素系消毒薬の外には過酸化水素が候補に挙がる。消毒薬以外では、熱湯処理も一般細菌を殺滅する効果は十分に持っている。

しかし、芽胞形成菌の殺滅までも望むなら、高レベル消毒薬を使用する必要がある。現在、日本で認可されている高レベル消毒薬は、グルタラール、フタラール、過酢酸のみである。このうち、グルタラールとフタラールは毒性が強く、クリーニング工場で使用するのは難しい。したがって、芽胞形成菌の殺滅までも目指すのであれば、現実的な選択肢は過酢酸のみとなる。

## 資料1 文献調査から推定される衣類の微生物汚染に起因する感染事故

### 1. 衣類の微生物汚染に起因する感染事故に関する英文論文

No.	PMID	Title
1	18009312	DANGER TO LAUNDRY WORKERS OF INFECTION FROM THE HANDLING OF SOILED LINEN
2	18108523	Q fever in laundry workers, presumably transmitted from contaminated clothing
3	10308378	Infection control measures in laundry need employee back up
4	10245925	Environmental health impact in the hospital laundry
5	10248101	Laundry manager plays key role in infection control, nurse says
6	6123051	Laundry hazards
7	10273873	Laundry workers need AIDS guidelines
8	10281436	AIDS--what laundry workers should understand
9	10314333	Isolating and double-bagging laundry: is it really necessary?
10	10292459	Contaminated soiled linens: a tiger or a pussy cat. Part II
11	10294059	Contaminated soiled linens: a tiger or a pussy cat. Part IV
12	10117435	OSHA gets into dirty laundry
13	8133005	Nosocomial transmission of Salmonella gastroenteritis to laundry workers in a nursing home
14	7729964	The role of organized labor in combating the hepatitis B and AIDS epidemics: the fight for an OSHA bloodborne pathogens standard
15	10167869	Infection control 101--a crash course in laundry
16	9230748	Risk of tuberculin conversion according to occupation among health care workers at a New York City hospital
17	10665147	Hospital laundry workers--an at-risk group for hepatitis A?
18	15100525	Occupational risk for hepatitis A: a literature-based analysis
19	25006311	A study of occupational health and safety measures in the Laundry Department of a private tertiary care teaching hospital, Bengaluru
20	30322417	From ward to washer: The survival of Clostridium difficile spores on hospital bed sheets through a commercial UK NHS healthcare

### 2. 文献を基にした考察

- 1) 海外では汚染衣類と接触することによって、クリーニング業の労働者に感染事故が起きた例が報告されている。特に、免疫抑制状態にある労働者に感染事故が起きている。また、直接の事例報告ではないが、疫学的にクリーニング業の労働者が感染事故の被害者になりやすいことを示唆している文献もある。
- 2) 上記の海外事例では、衣類が糞便もしくは血液に汚染されていたことによって感染事故が起きている。つまり、糞便を介して感染を起こす微生物（食中毒の原因菌など）、血液を介して感染を起こす微生物（肝炎ウイルスなど）が危険と考えられる。
- 3) 病院由来の洗濯物が危険であることを示唆する報告はある。
- 4) 当然のことだが、衣類はヒトの皮膚由来の微生物によって汚染されており、それについて調査した報告もある。しかし、これが感染事故につながった事例はほとんどない。



- 5) 獣毛由来の微生物が衣類に付着することの危険性を示唆する報告はあるが、これに起因する感染事故が実際に起きているかどうかは不明である。
  - 6) 洗濯が終わった衣類に生きた状態で残存している微生物は芽胞を形成できる細菌のみと思われる。その中で病原性を持つものはセレウス菌である。
  - 7) 洗濯が終わった衣類の細菌汚染が原因となって起きた感染事故もあるが、これらは全てセレウス菌によるものである。
3. 文献調査から推定される衣類の微生物汚染に起因する感染事故
- 1) 糞便に汚染されていた衣類との接触によってクリーニング業の労働者で感染事故が起きる可能性がある。
  - 2) 血液に汚染されていた衣類との接触によってクリーニング業の労働者で感染事故が起きる可能性がある。
  - 3) 洗濯終了後の衣類がセレウス菌によって汚染されていたことによる感染事故が起きる可能性がある。これは一般市民でも感染が起こりうる。
  - 4) いずれの感染事故も免疫抑制状態のヒトで感染は起きやすい。

## 資料2 衣類汚染菌の菌種同定

### 1. 通常の衣類を汚染している細菌

- 1) 洗濯前の衣類よりバシラス属は 65 株を分離し同定を行った。その結果、20 株がセレウス菌 (*B. cereus*)、25 株が枯草菌 (*B. subtilis*)、残りは同定不能であった。
- 2) 洗濯前の衣類よりブドウ球菌属は 65 株を分離し同定を行った。その結果 5 株が黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*)、55 株が表皮ブドウ球菌 (*S. epidermidis*)、1 株が腐性ブドウ球菌 (*S. saprophyticus*)、残りは同定不能であった。
- 3) 洗濯前の衣類よりコリネバクテリウム属は 65 株を分離し同定を行った。その結果、8 株が *C. macginleyi*、7 株が *C. propinquum*、5 株が *C. pseudo-diphtheriticum*、3 株が *C. bovis*、2 株が *C. accolens*、1 株が *C. amycolatum* であった。残りは同定不能であった。ただし、呼吸器で感染症を起こす病原性の菌種は全く検出されなかった。
- 4) 洗濯前の衣類よりグラム陰性菌は 2 株を分離し同定を行った。その結果、1 株は *Acinetobacter baumannii*、もう 1 株は *Stenotrophomonas maltophilia* であった。

### 2. インナーシャツを汚染している細菌

- 1) 洗濯前のインナーシャツよりバシラス属は 50 株を分離し同定を行った。その結果、11 株がセレウス菌 (*B. cereus*)、20 株が枯草菌 (*B. subtilis*)、残りは同定不能であった。
- 2) 洗濯前のインナーシャツよりブドウ球菌属は 50 株を分離し同定を行った。その結果、6 株が黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*)、38 株が表皮ブドウ球菌 (*S. epidermidis*)、1 株が腐性ブドウ球菌 (*S. saprophyticus*)、残りは同定不能であった。
- 3) 洗濯前のインナーシャツよりコリネバクテリウム属は 50 株を分離し同定を行った。その結果、7 株が *C. macginleyi*、5 株が *C. propinquum*、5 株が *C. pseudodiphtheriticum*、2 株が *C. bovis*、2 株が *C. accolens*、2 株が *C. amycolatum* であった。残りは同定不能であった。ただし、呼吸器で感染症を起こす病原性の菌種は全く検出されなかった。
- 4) 洗濯前のインナーシャツよりグラム陰性菌は 2 株を分離し同定を行った。その結果、1 株は *K. oxytoca*、もう 1 株は *Pseudomonas putida* であった。
- 5) 洗濯前のインナーシャツよりクロストリジウム属は 1 株を分離し同定を行ったが、菌種を同定することはできなかった。

### 3. パンツを汚染している細菌

- 1) 洗濯前のパンツよりバシラス属は 50 株を分離し同定を行った。その結果、10 株がセレウス菌 (*B. cereus*)、15 株が枯草菌 (*B. subtilis*)、残りは同定不能であった。
- 2) 洗濯前のパンツよりブドウ球菌属は 50 株を分離し同定を行った。その結果 5 株が

黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*)、35 株が表皮ブドウ球菌 (*S. epidermidis*)、3 株が腐性ブドウ球菌 (*S. saprophyticus*)、残りは同定不能であった。

- 3) 洗濯前のパンツよりコリネバクテリウム属は 50 株を分離し同定を行った。その結果、5 株が *C. macginleyi*、3 株が *C. propinquum*、2 株が *C. pseudo-diphtheriticum*、1 株が *C. bovis*、1 株が *C. accolens*、1 株が *C. amycolatum* であった。残りは同定不能であった。ただし、呼吸器で感染症を起こす病原性の菌種は全く検出されなかった。
- 4) 洗濯前のパンツよりグラム陰性菌は 15 株を分離し同定を行った。その結果、5 株は大腸菌 (*Escherichia coli*)、3 株は *Klebsiella pneumoniae*、2 株は *K. oxytoca* であった。残り 5 株は *Klebsiella* spp. であることまでは同定できたが、菌種までは同定できなかった。これらはいずれも腸内細菌である。
- 5) 洗濯前のパンツよりクロストリジウム属は 15 株を分離し同定を行ったが、いずれも菌種を同定することはできなかった。

#### 4. 靴下を汚染している細菌

- 1) 洗濯前の靴下よりバシラス属は 75 株を分離し同定を行った。その結果、23 株がセレウス菌 (*B. cereus*)、28 株が枯草菌 (*B. subtilis*)、残りは同定不能であった。
- 2) 洗濯前の靴下よりブドウ球菌属は 75 株を分離し同定を行った。その結果、15 株が黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*)、55 株が表皮ブドウ球菌 (*S. epidermidis*)、2 株が腐性ブドウ球菌 (*S. saprophyticus*)、残りは同定不能であった。
- 3) 洗濯前の靴下よりコリネバクテリウム属は 75 株を分離し同定を行った。その結果、8 株が *C. macginleyi*、6 株が *C. propinquum*、5 株が *C. pseudo-diphtheriticum*、3 株が *C. bovis*、2 株が *C. accolens*、1 株が *C. amycolatum* であった。残りは同定不能であった。ただし、呼吸器で感染症を起こす病原性の菌種は全く検出されなかった。
- 4) 洗濯前の靴下よりグラム陰性菌は 25 株を分離し同定を行った。その結果、4 株が *Pseudomonas putida*、2 株が *P. fluorescens*、1 株が *P. aeruginosa*、5 株が菌種不明の *Pseudomonas* 属、6 株が *Acinetobacter baumannii* であった。残りの菌株は菌種を正確に同定することはできなかったが、ブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌であることは間違いなかった。

#### 5. 医療従事者の衣類を汚染している細菌

- 1) 洗濯前の衣類よりバシラス属は 67 株を分離し同定を行った。その結果、21 株がセレウス菌 (*B. cereus*)、30 株が枯草菌 (*B. subtilis*)、残りは同定不能であった。
- 2) 洗濯前の衣類よりブドウ球菌属は 134 株を分離し同定を行った。その結果 30 株が黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*)、101 株が表皮ブドウ球菌 (*S. epidermidis*)、残りは同定不能であった。

- 3) 洗濯前の衣類よりコリネバクテリウム属は 67 株を分離し同定を行った。その結果、6 株が *C. macginleyi*、6 株が *C. propinquum*、5 株が *C. pseudo-diphtheriticum*、1 株が *C. bovis*、1 株が *C. accolens*、1 株が *C. amycolatum* であった。残りは同定不能であった。ただし、呼吸器で感染症を起こす病原性の菌種は全く検出されなかった。
- 4) 洗濯前の衣類よりグラム陰性菌は 2 株を分離し同定を行った。その結果、1 株は *Acinetobacter baumannii*、もう 1 株は *Acinetobacter* 属ではあるが、菌種は不明であった。

#### 6. 動物と接触した衣類を汚染している細菌

- 1) 洗濯前の衣類よりバシラス属は 58 株を分離し同定を行った。その結果、10 株がセレウス菌 (*B. cereus*)、21 株が枯草菌 (*B. subtilis*)、残りは同定不能であった。
- 2) 洗濯前の衣類よりブドウ球菌属は 116 株を分離し同定を行った。その結果 24 株が黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*)、52 株が表皮ブドウ球菌 (*S. epidermidis*) であった。これらはヒトの皮膚由来と考えられる。しかし、獣毛由来と思われる菌種も同定された。具体的には 12 株が *S. pseudintermedius*、4 株が *S. felis*、3 株が *S. schleiferi* であった。残りは同定不能であった。
- 3) 洗濯前の衣類よりコリネバクテリウム属は 58 株を分離し同定を行った。その結果、10 株が *C. macginleyi*、9 株が *C. propinquum*、5 株が *C. pseudo-diphtheriticum*、1 株が *C. amycolatum* であった。残りは同定不能であった。ただし、呼吸器で感染症を起こす病原性の菌種は全く検出されなかった。
- 4) 洗濯前の衣類よりグラム陰性菌は 6 株を分離し同定を行った。その結果、3 株は *Acinetobacter* 属ではあるが、菌種は不明であった。残りの 3 株は属名も同定することができなかった。

### 資料3 黄色ブドウ球菌およびセレウス菌の病原遺伝子の有無

#### 黄色ブドウ球菌の病原遺伝子の有無

衣類のカテゴリ	通常の衣類	インナーシャツ	パンツ	靴下	医療従事者の衣類	動物と接触した衣類	全ての衣類の合計
調査した菌株数	5	6	5	15	30	24	85
TSST-1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
表皮剥奪毒素	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6.6%)	1 (3.3%)	0 (0%)	2 (2.3%)
エンテロトキシンA	1 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3.3%)	1 (4.2%)	3 (3.5%)
エンテロトキシンB	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	0 (0%)	1 (3.3%)	1 (4.2%)	3 (3.5%)
エンテロトキシンC	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3.3%)	0 (0%)	1 (1.2%)
エンテロトキシンD	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6.6%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1.2%)
エンテロトキシンE	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

- ・ 毒素性ショック症候群毒素（TSST-1）、表皮剥奪毒素、エンテロトキシンA～Eの遺伝子の有無をPCRで調べた。
- ・ TSST-1の遺伝子が検出された菌株はなかった。
- ・ 表皮剥奪毒素の遺伝子が検出された菌株は2%ほどであった。
- ・ エンテロトキシンの遺伝子はE型以外の型は全て検出されたが、その検出率は1～3%ほどであった。
- ・ 以上の毒素遺伝子保有率の結果は既知の報告と同程度である。
- ・ いずれの毒素遺伝子も陽性率は低く、衣類のカテゴリと毒素保有率との関連を解析することはできなかった。

#### セレウス菌の病原遺伝子の有無

衣類のカテゴリ	通常の衣類	インナーシャツ	パンツ	靴下	医療従事者の衣類	動物と接触した衣類	全ての衣類の合計
調査した菌株数	20	11	10	23	21	10	95
嘔吐毒素	3 (15%)	2 (18%)	1 (10%)	4 (17%)	3 (14%)	2 (20%)	15 (16%)
エンテロトキシン	13 (65%)	7 (64%)	5 (50%)	15 (65%)	13 (62%)	5 (50%)	58 (61%)

- ・ 嘔吐毒素とエンテロトキシンの遺伝子の有無をPCRで調べた。
- ・ 嘔吐毒素の遺伝子は10～20%の菌株で検出された。
- ・ エンテロトキシンの遺伝子は50～65%の菌株で検出された。
- ・ 以上の毒素保有率の結果は既知の報告と同程度である。
- ・ 衣類のカテゴリが違ってても、毒素保有率に大きな違いは認められない。

#### 資料4 黄色ブドウ球菌の薬剤感受性

衣類のカテゴリー		通常の衣類	インナーシャツ	パンツ	靴下	医療従事者の衣類	動物と接触した衣類	全ての衣類の合計
調査した菌株数		5	6	5	15	30	24	85
ABPC	S	3 (60%)	3 (50%)	3 (60%)	10 (67%)	12 (40%)	8 (33%)	39 (46%)
	I	1 (20%)	2 (33%)	1 (20%)	3 (20%)	3 (10%)	4 (17%)	14 (17%)
	R	1 (20%)	1 (17%)	1 (20%)	2 (13%)	15 (50%)	12 (50%)	32 (38%)
CFX	S	5 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	14 (93%)	21 (70%)	20 (83%)	71 (84%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (10%)	2 (8%)	5 (6%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (7%)	6 (20%)	2 (8%)	9 (11%)
MEPM	S	5 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	14 (93%)	22 (73%)	20 (83%)	72 (85%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (7%)	2 (8%)	4 (5%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (7%)	6 (20%)	2 (8%)	9 (11%)
MINO	S	5 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	13 (87%)	27 (90%)	22 (92%)	78 (92%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (7%)	1 (3%)	1 (4%)	3 (4%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (7%)	2 (7%)	1 (4%)	4 (5%)
LVFX	S	5 (100%)	4 (67%)	5 (100%)	10 (67%)	23 (77%)	18 (75%)	65 (77%)
	I	0 (0%)	1 (17%)	0 (0%)	3 (20%)	2 (7%)	2 (8%)	8 (10%)
	R	0 (0%)	1 (17%)	0 (0%)	2 (13%)	5 (17%)	4 (17%)	12 (14%)
ABK	S	5 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	15 (100%)	30 (100%)	24 (100%)	85 (100%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
VCM	S	5 (100%)	6 (100%)	5 (100%)	15 (100%)	30 (100%)	24 (100%)	85 (100%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

- ・ 衣類から分離された黄色ブドウ球菌の菌株の抗菌薬に対する感受性を測定した。
- ・ 抗菌薬としては、アンピシリン (ABPC)、セフォキシチン (CFX)、メロペネム (MEPM)、ミノサイクリン (MINO)、レボフロキサシン (LVFX)、アルベカシン (ABK)、バンコマイシン (VCM) を用いた。
- ・ 抗菌薬感受性を、感受性 (S)、低感受性 (I)、耐性 (R) に分類した。
- ・ 医療従事者の衣類から分離された菌株はβラクタム系抗菌薬 (ABPC, CFX, MEPM) に耐性である率が他のものに比べて高い。この耐性菌はメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) であると思われる。
- ・ 動物と接触した衣類から分離された菌株もβラクタム系抗菌薬に耐性である率がやや高い。
- ・ キノロン系抗菌薬についても似た傾向が認められるが、βラクタム系抗菌薬ほど顕著ではない。

## 資料5 セレウス菌の薬剤感受性

衣類のカテゴリー		通常の衣類	インナーシャツ	パンツ	靴下	医療従事者の衣類	動物と接触した衣類	全ての衣類の合計
調査した菌株数		20	11	10	23	21	10	95
ABPC	S	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	R	20 (100%)	11 (100%)	10 (100%)	23 (100%)	21 (100%)	10 (100%)	95 (100%)
CFX	S	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	R	20 (100%)	11 (100%)	10 (100%)	23 (100%)	21 (100%)	10 (100%)	95 (100%)
MEPM	S	19 (95%)	11 (100%)	10 (100%)	21 (91%)	19 (90%)	9 (90%)	89 (94%)
	I	1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (9%)	2 (10%)	1 (10%)	6 (6%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
MINO	S	20 (100%)	11 (100%)	9 (90%)	20 (87%)	18 (86%)	9 (90%)	87 (92%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	3 (13%)	3 (14%)	1 (10%)	8 (8%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
LVFX	S	19 (95%)	11 (100%)	10 (100%)	20 (87%)	17 (81%)	10 (100%)	87 (92%)
	I	1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (13%)	4 (19%)	0 (0%)	8 (8%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
ABK	S	20 (100%)	11 (100%)	10 (100%)	23 (100%)	21 (100%)	10 (100%)	95 (100%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
VCM	S	20 (100%)	11 (100%)	10 (100%)	23 (100%)	21 (100%)	10 (100%)	95 (100%)
	I	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	R	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

- ・ 衣類から分離されたセレウス菌の菌株の抗菌薬に対する感受性を測定した。
- ・ 抗菌薬としては、アンピシリン（ABPC）、セフォキシチン（CFX）、メロペネム（MEPM）、ミノサイクリン（MINO）、レボフロキサシン（LVFX）、アルベカシン（ABK）、バンコマイシン（VCM）を用いた。
- ・ 抗菌薬感受性を、感受性（S）、低感受性（I）、耐性（R）に分類した。
- ・ カルバペネム系抗菌薬を除くβラクタム系抗菌薬には耐性である。
- ・ その他の抗菌薬には概ね感受性を示す。
- ・ 抗菌薬耐性と衣類のカテゴリーの間に関連は認められない。

## 資料6 衣類から検出された細菌に対する消毒薬の効果

調査した菌種	黄色ブドウ球菌	表皮ブドウ球菌	コリネバクテリウム	グラム陰性菌	真菌	セレウス菌	枯草菌
調査した菌株数	20	30	30	10	30	20	30
グルコン酸クロルヘキシジン	18 (90%)	28 (93%)	29 (97%)	10 (100%)	24 (80%)	0 (0%)	0 (0%)
塩化ベンザルコニウム	18 (90%)	27 (90%)	29 (97%)	10 (100%)	25 (83%)	0 (0%)	0 (0%)
塩化アルキルアミノエチルグリシン	20 (100%)	29 (97%)	30 (100%)	10 (100%)	28 (93%)	0 (0%)	0 (0%)
消毒用エタノール	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	29 (97%)	0 (0%)	0 (0%)
次亜塩素酸ナトリウム	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	1 (5%)	2 (7%)
過酸化水素	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	1 (5%)	1 (3%)
クレゾール	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ホルマリン	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	1 (5%)	1 (3%)
グルタラール	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	20 (100%)	30 (100%)
フタラール	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	20 (100%)	30 (100%)
過酢酸	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	30 (100%)	20 (100%)	30 (100%)
加熱	20 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	10 (100%)	28 (93%)	0 (0%)	0 (0%)

- ・ 布片に付着させた  $10^6$  個の生菌を1分間で死滅させることができた消毒方法を有効と判定した。
- ・ 消毒薬として検討したものを以下に記載した。さらに、 $80^{\circ}\text{C}$ の熱水による加熱消毒も検討した。
- ・ 低レベル消毒薬：グルコン酸クロルヘキシジン、塩化ベンザルコニウム、塩酸アルキルジアミノエチルグリシン
- ・ 中レベル消毒薬：消毒用エタノール、次亜塩素酸ナトリウム、過酸化水素、クレゾール、ホルマリン
- ・ 高レベル消毒薬：グルタラール、フタラール、過酢酸
- ・ 消毒に成功した菌株数およびそのパーセンテージを上記の表に記載した。
- ・ 低レベル消毒薬は通常の細菌や真菌に対しても消毒の失敗を起こすことがある。低レベル消毒薬は芽胞を形成するセレウス菌と枯草菌に全く効果が無い。
- ・ 中レベル消毒薬および加熱消毒は通常の細菌や真菌に対しては有効な消毒効果を示すが、セレウス菌と枯草菌には消毒効果を示さない。
- ・ 高レベル消毒薬はセレウス菌と枯草菌を含む全ての菌に対して有効な消毒効果を示す。