

消臭抗菌性繊維の介護医療分野への応用

Application of deodorant and antibacterial fibers for nursing and medical care field

大妻女子大学 家政学部被服学科 水谷千代美

Chiyomi MIZUTANI

Otsuma Women's University, Faculty of Home Economics,

Department of Clothing and Textiles,

Mariya P BIVOLAROVA, Arsen K MELIKOV

Technical University of Denmark,

International Centre for Indoor Environment and Energy,

Department of Civil Engineering

キーワード: 消臭抗菌性繊維 (deodorant and antibacterial fibers), 局所換気 (regional ventilation), 体臭 (body odor), 排泄物臭 (excretion odor), 寝たきり高齢者 (bedridden elderly)

1. はじめに

我が国は、2015年総人口のうち65歳以上の高齢者人口が全体の26.8%を占め、4人に1人が高齢者となった。2060年にはさらに高齢者が増加し、2.5人に1人が65歳以上という超高齢化社会が到来すると推計されている¹⁾。人は年齢を重ねるに従って身体機能が低下し、癌、急性心筋梗塞、脳卒中などの疾病の発症率が高くなり、介護が必要な高齢者が年々増加している。我が国の寝たきり高齢者数に関する調査結果(平成元年)によると、寝たきり状態の高齢者人口が福祉先進国と比べて多いことが指摘されている¹⁾。その後に対策を講じられているが、今後、後期高齢者人口が増えていくことから寝たきり状態の高齢者数が増えることが予想される。

寝たきり状態になると食事、排泄などをベッド上で行い、終日ベッド上で過ごすことから悪臭が発生しやすくなる。これまでに、高齢者施設内の臭気に関する調査や臭気成分の分析などが行われているが、体臭、加齢臭、排泄物臭のような身体起源の悪臭が問題視されている²⁾。その他に、高齢者が使用するシーツやポータブルトイレなど身の回りの物やトイレおよび居室などの生活環境の臭いが指摘されている³⁻⁵⁾。寝たきりになる原因として、脳卒中、脳梗塞などの後遺症や骨折などで長期安静を必要とする疾病にかかり、身体を動かさないことが考えられる。寝たきりに状態になると持続的な圧迫によって組織の壊死状態である褥瘡(床ずれ)が起こるが、その発生を抑える効果を期待してベッド中にエアーマットを装着している場合が多い。エアーマットは通気性がないために汗が溜まって、その結果寝たきり高齢者の背中に皮膚疾患が発症し、同時に悪臭も発生する。また、寝たきり高齢者には手指の拘縮を持つ人が多く見られ、終日手を固く握っているために、掌や指間に皮膚疾患が発症し、手から悪臭が発生する。高齢者施設では認知症患者が排泄場所を間違えて排泄することもあり、病院では癌患者の手術部から独特の悪臭が発生する等、室内の悪臭除去が必要となる。

問題視されている体臭や排泄物臭など身体起源の悪臭は、悪臭源から室内に拡散し、病院や高齢者施設内全体の悪臭として取り上げられている。このような悪臭に対して、病院や高齢者施設では換気扇、消臭壁紙、消臭カーテンなどを使用して部屋全体で悪臭除去を試みているが、消臭設備が大規模になり、コスト、エネルギー面で大きな損失となっている。本稿では、身体起源の悪臭対策として消臭性繊維を用いた室内に拡散した悪臭の消臭法と悪臭源近傍で消臭する方法を検討する。繊維の消臭機能のメカニズムを考慮して、可及的に効率よく省エネルギーな消臭方法の確立することを目的とした。

2. 高齢者施設の悪臭の種類

高齢者施設の臭気について調べた報告によると、悪臭は排泄物臭や体臭に起因すると言われている²⁾。排泄物臭の原因物質として、尿臭はアセトン、メチルエチルケトン、メチルプロピルケトン、ジアセチルなどのケトン類が多量に含まれる。糞便臭は、メチルメルカプタン、メチルスルフィドが主な悪臭化合物であり、新鮮な大小便中に含まれる悪臭物質は、アンモニア、アミン類、硫化水素、メチルメルカプタンが含まれると報告されている⁶⁾。我が国の消臭加工認定制度によると、排泄物臭は、アンモニア、酢酸、硫化水素、メチルメルカプタン、インドールがモデル悪臭物質とされており、体臭はアンモニア、酢酸、イソ吉草酸とし、加齢臭は体臭の悪臭物質に加えてノネナールが加わり、悪臭の種類に対して悪臭物質のモデルが決められている⁷⁾。これまでに、高齢者施設の居室の臭気をガスクロマトグラフ質量分析計で分析した報告によると、メチルエチルケトン、酢酸エチル、トリクロロエチレン、m-p-キシレンが検出されている³⁾。これらの物質は尿と建材の接着剤などが原因だと推測される。

このような室内に存在する悪臭は、空気の流れ、温度、湿度によって感じ方が異なる。本実験は、悪臭が拡散した室内環境をシミュレーションした装置を作成して、空気の流れ、温度、湿度が消臭性繊維の消臭性に与える影響を調べた。

3. 室内環境シミュレーション装置

3.1 消臭性繊維

消臭性繊維の消臭機構は、化学的消臭と物理的消臭に大別できる。化学的消臭法は、アミン類を酸で、硫化水素をアルカリで中和、その他酸化・還元反応、縮合反応、錯体化反応などの化学反応を利用して悪臭分子を他の無臭あるいは低臭物質に変える方法である⁸⁾。一方、物理的方法は、活性炭、シリカゲル、モリキュラーシーブなどを担持した繊維を用い、10~20Åの穴が多数あいた多孔質体に悪臭分子を吸着させる方法である。

我々は、フィルター素材として多く用いられている活性炭素繊維を選び、高齢者施設の室内環境をシミュレーションした装置を作り、消臭効果を評価した。悪臭は、上述のように体臭の原因物質であるアンモニア(NH₃)を選定した。活性炭素繊維は、図1のように穴の中に悪臭分子が吸着する物理的消臭機能を持つACF-15とACF-15の表面に酸加工して化学的消臭機能を付与したACF-15Aを用いた。二種類の活性炭素繊維の物性を表1に示す。

表1 活性炭素繊維の物性

試料名	消臭機構	比表面積 (m ² /g)	細孔容積 (mL/g)	細孔直径 (nm)	太さ (μm)
ACF-15A	物理・化学的消臭	1350	0.6	1.9	15
ACF-15	物理的消臭	1725	0.8	1.9	15

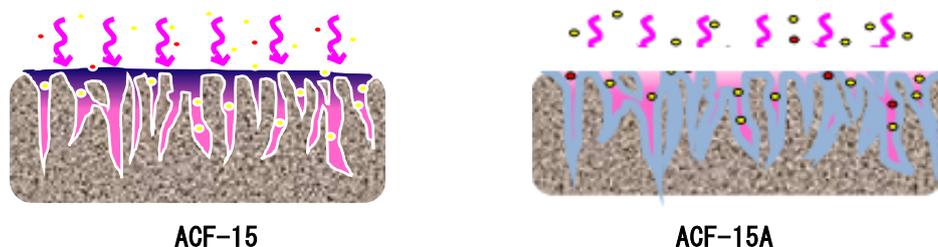


図1 活性炭素繊維の構造

3.2 拡散した悪臭に対する活性炭繊維のフィルターとしての消臭性評価

消臭性評価装置は、図2に示すように単純な円筒管（直径 5.7cm、長さ 298cm）で構成され、空気を送る送風部とアンモニアガスを発生する部分と試料を投入する部分に大別される。円筒型消臭性評価装置の円筒管内部に一定速度（1.2m/sec, 0.3m/sec, 0.15m/sec, 0.05m/sec）の風を送る。アンモニアガスは、一定濃度のアンモニア水溶液（NH₄OH）を作成した後、流量計で一定量（0.2m/sec, 0.3m/sec, 0.4m/sec, 0.5m/sec）の空気を送り、NH₃濃度 20ppm になるように空気流量を設定した⁹⁾。アンモニアガスが人体に悪影響を与える濃度が 25ppm とされていることから、本実験の NH₃濃度を 20ppm に設定した。NH₃濃度が一定になった後に、試料（37cm×13cm）を設置したフレームを装填し、一定時間放置後、ガスモニター（イノーバー（株））で試料前と試料後の NH₃濃度を連続的に測定した。消臭効果は、次式から算出した。

$$\text{消臭効果} = \frac{\text{試料前の NH}_3 \text{濃度} - \text{試料後の NH}_3 \text{濃度}}{\text{試料前の NH}_3 \text{濃度}} \quad (1)$$

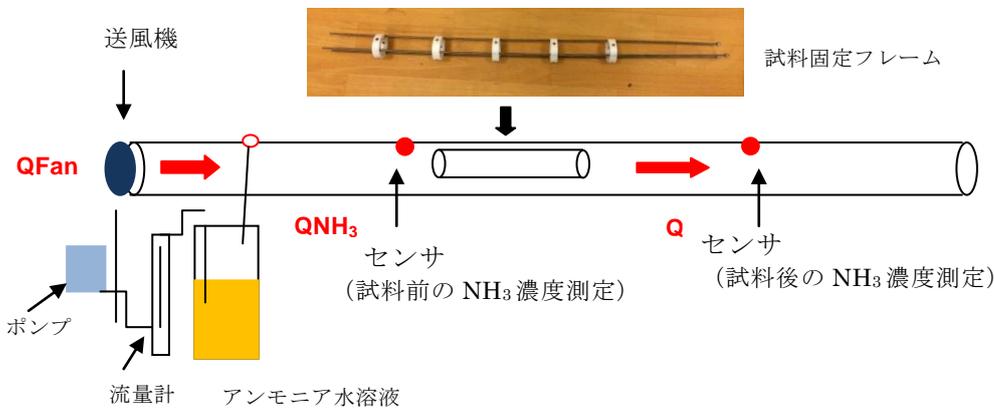


図2 円筒型消臭性評価装置の概略図

空気の流れ速度 (Q) は、円筒につけた送風機の流れ速度 (Q_{Fan}) とアンモニア水溶液に空気を送る量 (流量計の流れ速度 (Q_{NH_3})) の和で与えられる。

$$Q = Q_{Fan} + Q_{NH_3}$$

ここで、 Q_{Fan} は一定とし、 Q_{NH_3} の流れ速度を変えて Q_{NH_3} が Q に与える影響を調べた結果、 Q_{NH_3} の流れ速度が 0.2L/min~0.5 L/min の範囲内では Q の流れ速度は変わらなかった。次に、 Q の流れ速度を変えた時にアンモニアガス濃度を 20ppm に調整するために、 Q_{NH_3} を 0.2L/min に一定として、アンモニア水溶液濃度を変えて流量 Q とアンモニア水溶液濃度との関係を調べた。図3のように Q とアンモニア水溶液濃度は直線関係になり、アンモニアガス濃度を 20ppm にするには、アンモニア水溶液濃度を変化させることにより可能である¹⁰⁾。

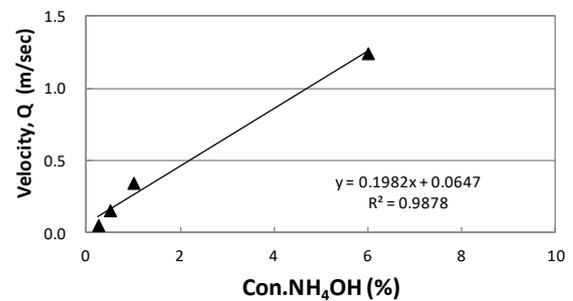


図3 アンモニアガス濃度 20ppm に調整するための流れ速度とアンモニア水溶液濃度との関係

3.2.1 環境条件が活性炭試料の消臭性に与える影響

活性炭素繊維 ACF-15A を試料として、室内の温度、湿度、風速が活性炭繊維の消臭性に与える影響を調べた。実験では、アンモニアガスを発生させて約 60 分経過後、アンモニア濃度が約 20ppm で安定することを確認した。その後空気流中のアンモニア濃度は、約 20ppm、標準偏差 0.353 ppm で非常に精度よく調整することができた。アンモニア濃度が安定した時点で、試料を円筒型装置の中に装填した。アンモニアは活性炭素繊維に吸着・中和されることにより、試料の下流部に設置したガスモニターのアンモニア濃度は試料上流に設置したガスモニターのアンモニア濃度よりも低下する (図 4)。活性炭素繊維の消臭効果は、(1) 式で算出した。風速を変化させて活性炭素繊維 ACF-15A の消臭性に与える効果を調べた。風速と消臭効果は、図 5 のような関係に

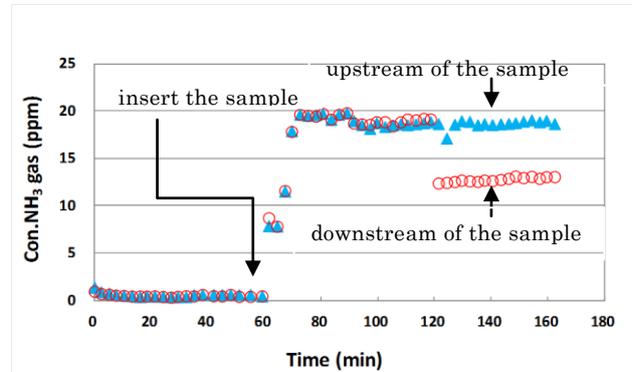


図 4 活性炭繊維 (ACF-15A) のアンモニア濃度変化

あり、ACF-15A は歩く速度に相当する 0.05m/sec の場合、8 割消臭されるに対して 1.2m/sec と風速が最も速い場合は 3 割程度しか消臭されないことがわかった。本来、消臭は ACF-15A の表面に存在する酸とアンモニアとの反応によるものであるが、風速が速いと消臭繊維の表面に存在する酸とアンモニアとの反応に十分な時間がなかったことが影響していると考えられる。また、アンモニアは水分の影響をうけるために、室内の温度、湿度を変化させて活性炭繊維 ACF-15A の消臭効果に与える影響を調べた結果を図 6, 7 に示す。温度 20~28℃、湿度 30~80% の範囲内では消臭効果に変化が見られなかった。

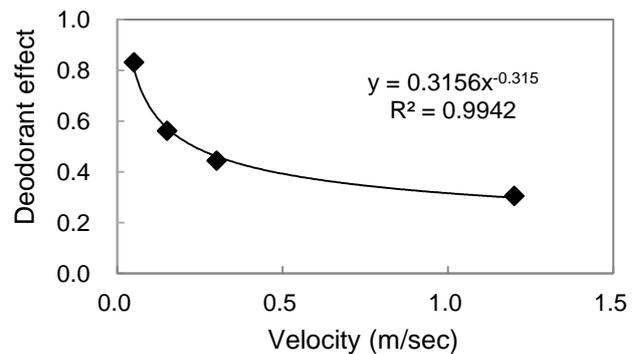


図 5 アンモニア流速が活性炭素繊維 (ACF-15A) の消臭効果に与える影響

活性炭繊維 ACF-15 の消臭効果を調べたが、

風速が遅いときは少しの消臭効果が見られるものの風速が速くなるにしたがって消臭効果は見られなかった。ACF-15 は、繊維表面にある微細な穴にアンモニア分子が吸着する消臭機構であるが、風速が速くなるとアンモニア分子は微細孔に吸着することができなかつたことが原因と考えられる。

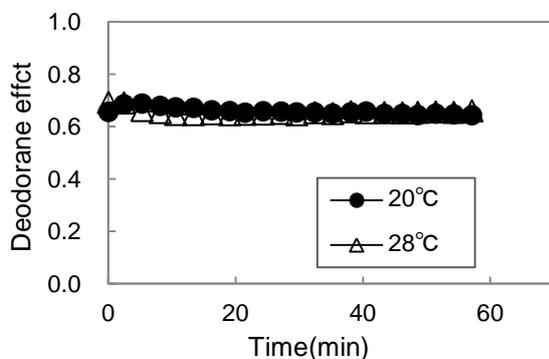


図 6 室内温度が活性炭素繊維 (ACF-15A) の消臭効果に与える影響
(湿度:75%, 速度:0.15m/sec)

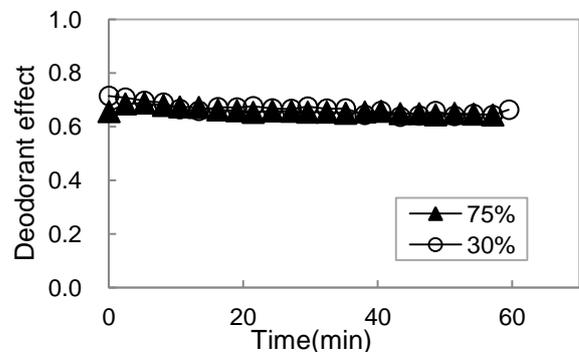


図 7 室内湿度が活性炭素繊維 (ACF-15A) の消臭効果に与える影響
(温度:20 °C, 速度:0.15m/sec)

3.3 局所換気と消臭性繊維の適正化

悪臭が充満している病室や高齢者施設の室内環境をシミュレーションし、局所換気と消臭性繊維を組み合わせて用いる悪臭除去方法を検討した。人工気候室(面積 22.5m³、換気量 10L/sec : 換気回数 1.6ACH、温度 28-30℃、湿度 20-70%)に立位の医者を想定し、ベッド上に横たわった寝たきり高齢者に見たててサーマルダミーマネキン(身長 165 cm)を設置した(図8)。悪臭として、尿臭を模倣したアンモニアガス(約 5400ppm)を寝たきり高齢者の股間から円筒型消臭性評価装置と同様の方法で発生させ、人工気候室内のアンモニア濃度が一定になるまで継続して発生させた。アンモニアガス濃度は、立位の医者の口、寝たきり高齢者の口、排気口および床から 1.7m 上の位置でガスモニタ(INNOVA 社製 1312 型)により連続的に測定した(図9)。アンモニア濃度は、次式から算出した。

$$\text{アンモニア濃度} = C_i / C_{ref}$$

ここで、 C_i はそれぞれの点で測定したアンモニアガス濃度の平均値、 C_{ref} は換気量 10L/sec : 換気回数 1.6ACH 時のアンモニアガス濃度とした。

局所換気は、寝たきり高齢者を想定したサーマルダミーマネキンとベッドマットレスの間に換気マットレスを設置することにより行った。換気マットレスは、寝たきり高齢者を想定したサーマルダミーマネキンの足元に吸入口(0.8m x 0.16m)があり、アンモニアガスを吸ってマットレス中を通して換気口から外へ排出することができる。換気マットレスの空気の流量は 1.5L/sec とした。消臭性繊維は、活性炭素繊維 ACF-15A を換気マットレスの間にサンドイッチ状態に挟んで用いる場合と掛布団カバー(長さ 1.95m x 幅 1.54m)に用いた。

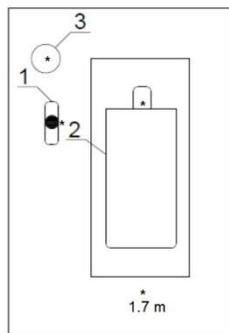


図8 実験室内設置条件と測定位置

- 1: 医者の口, 2: 寝たきり高齢者の口, 3: 排気口
- 4: 床から 1.7m 上

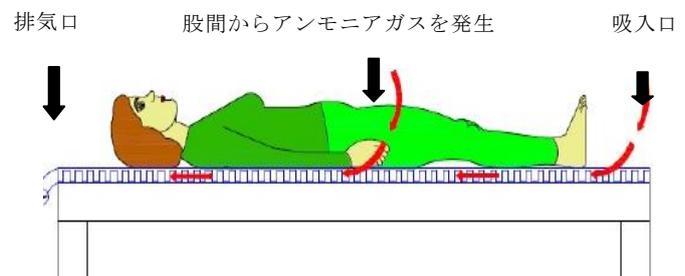
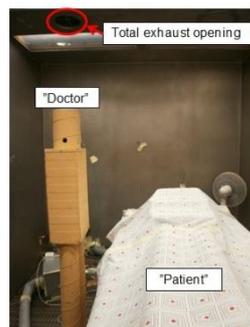


図9 ベッド上の換気マットレスと空気の流れ

手順は、人工気候室内のアンモニア濃度が一定(約 5 ppm)になると、アンモニアガスの供給をストップさせた。次に換気マットレスのみ作動させた場合、活性炭素繊維を換気マットレスにサンドイッチ状態で装着した場合、活性炭素繊維製掛布団カバーのみ使用した場合、換気マットレスと活性炭素繊維製掛布団カバーを組み合わせた場合のアンモニア濃度から消臭効果を比較した。

3.3.1 局所換気と活性炭素繊維の消臭効果

人工気候室の空気移動量を換気回数 1.6ACH と一定にした場合¹⁾、アンモニアガスを発生してから約 7 時間 20 分で室内のアンモニア濃度が一定になり、立位の医者の口、寝たきり高齢者の口、排気口、床から 1.7m 上の 4 か所の平均アンモニアガス濃度は 4.6ppm であった。

換気マットレスのアンモニアガス除去効果および活性炭素繊維 ACF-15A の消臭効果を図 10 に示す。換気マットレスを作動させると、人工気候室内のアンモニアガス濃度は平均 1.4ppm に下がった。人がアンモニア臭を嗅いで臭気を感じる濃度が 1.5ppm とされており、実験前のアンモニア濃度 4.6ppm (明らかに臭い

と感じていたアンモニア濃度) から臭気をやっと感じる程度まで低下した。しかし、活性炭素繊維 ACF-15A を換気マットレスに装着して作動させてもアンモニア濃度は 1.6ppm と大きな差が得られなかった。次に、換気マットレスを作動させずに活性炭素繊維 ACF-15A を掛布団カバーとして使った場合、アンモニアガス濃度は 4 か所の平均 0.6ppm まで下がった。さらに、換気マットレスと活性炭素繊維を組み合わせるとアンモニア濃度は 0ppm になり、局所換気と活性炭素繊維の相乗効果が得られた。

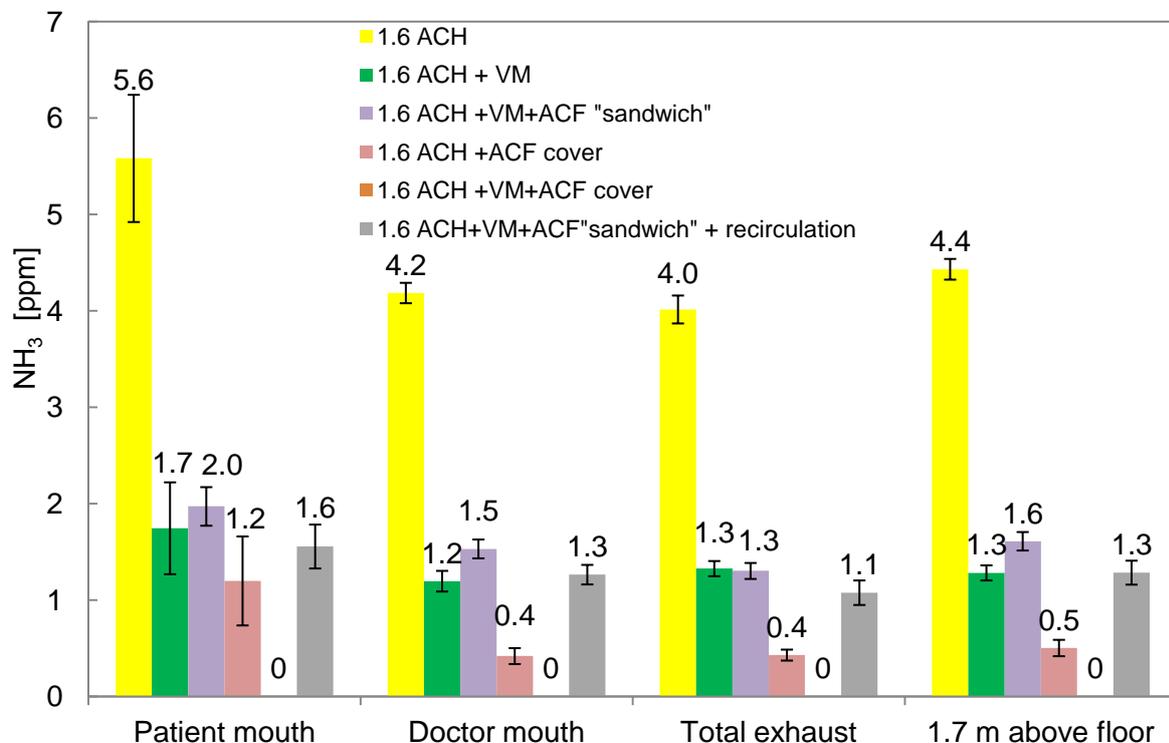


図 10 局所換気と活性炭素繊維 (ACF-15A) の消臭効果

4. 体臭を除去するための消臭抗菌性繊維

4.1 体臭発生のメカニズム

高齢者施設では、上述のように身体から発生する体臭、加齢臭が問題になっており、その中でも手指の拘縮患者(図 11)から悪臭が発生する。この悪臭は、発酵したチーズのような臭いで、手を常にきつく握っているために通気性が損なわれ、発汗により蒸れることが原因である。ひどい拘縮患者は、白癬菌や真菌感染の合併症の危険もある。手指の拘縮は、脳梗塞などが原因で寝たきりになり、関節を動かさないために次第に関節の動く範囲が狭くなった状態である。

体臭の発生には、皮膚表面に常在菌が作用する。人間の皮膚表面には、常にプロピオニバクテリア属、黄色ブドウ球菌、コネリバクテリウム、表皮ブドウ球菌、マラセチアなどの細菌(常在菌)が存在する。体臭は、汗と皮脂が常在菌によって悪臭物質に分解されて悪臭が発生する。汗は、汗腺から出てきた直後は無臭であるが、汗の成分を黄色ブドウ球菌がアンモニアのような悪臭物質に分解するために悪臭が発生する^{1,2)}。悪臭を除去するためには、常在菌を抑制する抗菌性と発生した悪臭を除去する消臭性が必要である。悪臭源である身体の可及的近くで、悪臭を除去し、細菌の活性を抑制する必要がある。また、肌に直接触れるために、肌に悪影響を与えないことが大切である。



図 11 手指の拘縮

4.2 消臭抗菌性繊維の特性

我々は消臭抗菌繊維として、血液中のヘモグロビンと類似の化学構造を持つ人工酵素を担持した肌やさしい繊維である鉄フタロシアニン加工布に注目した。鉄フタロシアニン加工布は白井らによって開発され、様々な悪臭に対して消臭性に優れた繊維として知られていることから、この繊維を手足の拘縮対策（以下、ハンドクリップ）に応用し、その消臭効果を調べた。鉄フタロシアニン加工布を構成する消臭活性綿繊維は、綿繊維をカチオン化した後に鉄フタロシアニンテトラカルボン酸と反応させることにより金属錯体を担持させ（鉄フタロシアニン加工布）、さらに銅を導入して鉄フタロシアニン銅となって消臭活性を示す（鉄フタロシアニン銅加工布）¹³⁾。手指の拘縮患者からの悪臭は、皮膚患部から生じた汗の成分が、分解したアンモニアおよび皮脂の酸化によって生成される酢酸、酪酸、イソ吉草酸など低級脂肪酸等の臭いだと考えられる。汗由来のアンモニアと皮脂由来の低級脂肪酸のモデル物質として酢酸を用い、鉄フタ

ロシアニン加工布および鉄フタロシアニン銅加工布の消臭効果を調べた。消臭能は悪臭ガスを採取し、検知管を用いて悪臭ガス濃度を測定する方法（検知管法）によりアンモニアガス 100 ppm と酢酸ガス 40 ppm に対する消臭効果により評価し、その結果を図 12 に示した。鉄フタロシアニンの消臭効果は、鉄フタロシアニンテトラカルボン酸

中の -COO^- と NH_4^+ がイオン反応して -COONH_4 塩を形成したためと考えられる。また、鉄フタロシアニン銅加工布は、セルロース中の OH 基に銅イオンが配位することでアンモニアが捕捉され、さらに鉄フタロシアニンテトラカルボン酸のカルボキシル基とアンモニウムイオンの中和反応が加わって相乗的に高い消臭効果を示したと考えられる。

悪臭の発生は、皮膚表面に存在する常在菌が関与して汗成分や皮脂を悪臭物質に分解することに起因す

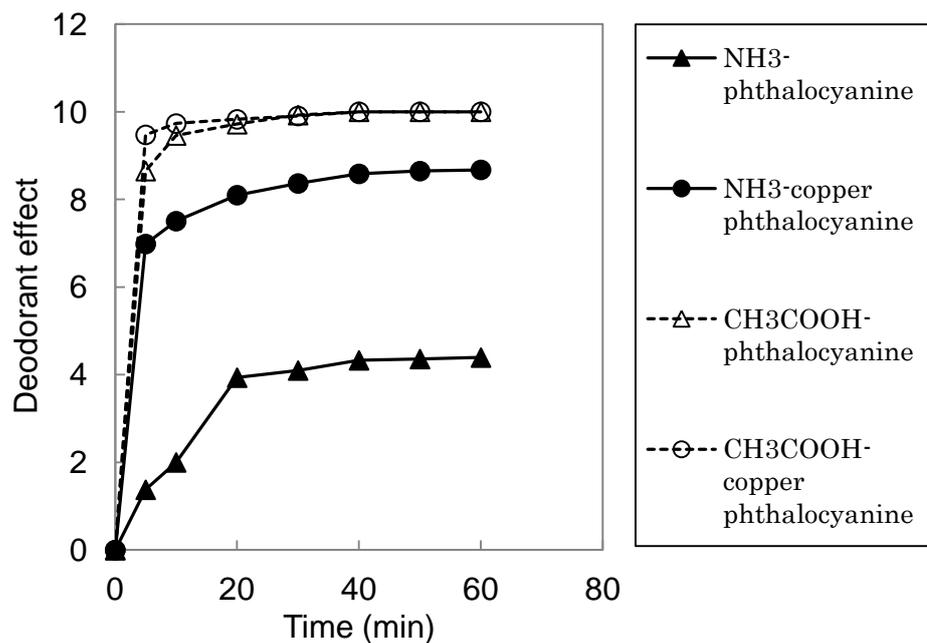


図 12 鉄フタロシアニン加工布の酢酸およびアンモニアに対する消臭効果

表 2 鉄フタロシアニン加工布の培養前後の生菌数と静菌活性値*

試料名	培養時間 (hr)	生菌数 (数)	静菌活性値
未処理綿	18	7.6×10^6	-
鉄フタロシアニン加工布	0	9.6×10^3	2.7
	18	6.4×10^3	
鉄フタロシアニン銅加工布	0	8.0×10^3	3.7
	18	5.0×10^2	

*JIS L1902 菌液吸収法

る。常在菌の中の黄色ブドウ球菌は、汗や脂肪酸などを悪臭物質に分解して臭いが発生するが、悪臭の発生のみならず皮膚のあかみやかゆみなどにも関与する。健康な皮膚は本来弱酸性を示すが、汗の発酵によって皮膚のpHが弱酸性から中性・アルカリ性傾向になると急激に黄色ブドウ球菌が増殖して、皮膚に赤みやかゆみを引き起こすことがある。

鉄フタロシアニン加工布と鉄フタロシアニン銅加工布の黄色ブドウ球菌に対する抗菌性を調べ、鉄フタロシアニン銅加工布の黄色ブドウ球菌の生菌数と静菌活性値を表2に示した。鉄フタロシアニン加工布と鉄フタロシアニン銅加工布の静菌活性値はいずれも防臭加工の評価基準である静菌活性値 2.2 以上を示した。特に鉄フタロシアニン銅加工布は静菌活性値 3.7 を示し、生菌数は鉄フタロシアニン加工布に比較して約 1/10 と、高い抗菌性を示した。これらの結果から、鉄フタロシアニン銅加工布は、手指の拘縮患者の悪臭対策に期待できる。

4. 3 手の拘縮の悪臭対策

鉄フタロシアニン銅加工布の優れた消臭抗菌性を活かして、図13のようなハンドグリップを作成した。

実際の高齢者施設でハンドクリップを入所者に使用してもらい、その効果を調べた。手指の拘縮のある患者5名(90歳~100歳)の掌に8日間ハンドクリップを握ってもらい、臭気や皮膚疾患の状態の変化を調べた。臭気は、T&T オルファクトメータによる臭覚テストに合格した5名によって、6段階臭気表示法および9段階の快・不快感表示法で手の臭いを評価した。

拘縮患者5名の手の臭い強度の変化を図14に示す。拘縮患者の手からは皮脂に由来のチーズが発酵したようなにおいが発生し、大半のモニターが「やや不快」と判定した。ハンドクリップを使用して3~4日目で、

「快でも不快でもない」程度に臭いは緩和され、さらに8日目完全に「無臭」と判定された。一方、においの強さは、4日目「感知できる程度」となり、8日目には完全に「無臭」と判定された。拘縮に起因する臭気は、日々改善されて4日目にはほとんど臭わないレベルまで低減され1週間後には無臭のレベルまで達することが臨床テストでも明らかになった。

図15は代表的皮膚疾患部の変化で、鉄フタロシアニン銅加工布を直接、手指拘縮患者の患部に接触させることにより、3~4日でほぼ健康な状態に回復し、約1週間で完全に回復することがわかった。この場合、湿潤していた皮膚が乾燥状態になりその後皮膚が再生して疾患部の赤みが消え健康な皮膚状態に回復し治癒速度が高まることが観察された。これは抗菌作用のあるカチオン化繊維素材にさらに金属フタロシアニン誘導体と銅セルロース錯体が担持されているためさらに強い抗菌性が発現したものと考えられる。しかし、加工布が皮膚の触れた場合は、皮膚疾患部が健康な状態に回復するが、皮膚に触れていない部分は回復しなかった。



ハンドクリップ 装着した様子

図13 鉄フタロシアニン製のハンドクリップ

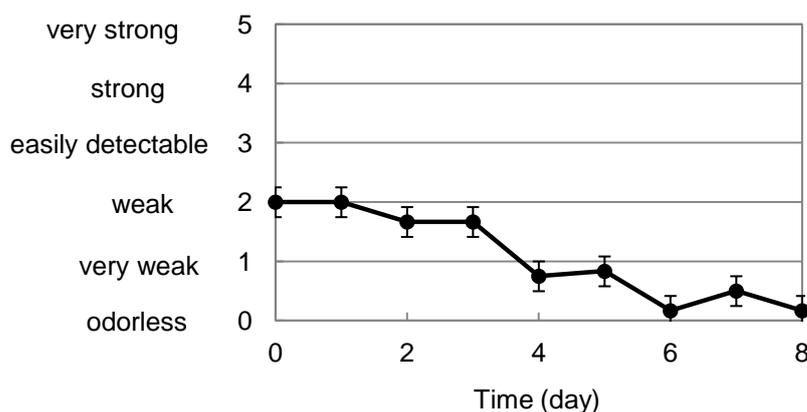


図14 手の臭い強度変化

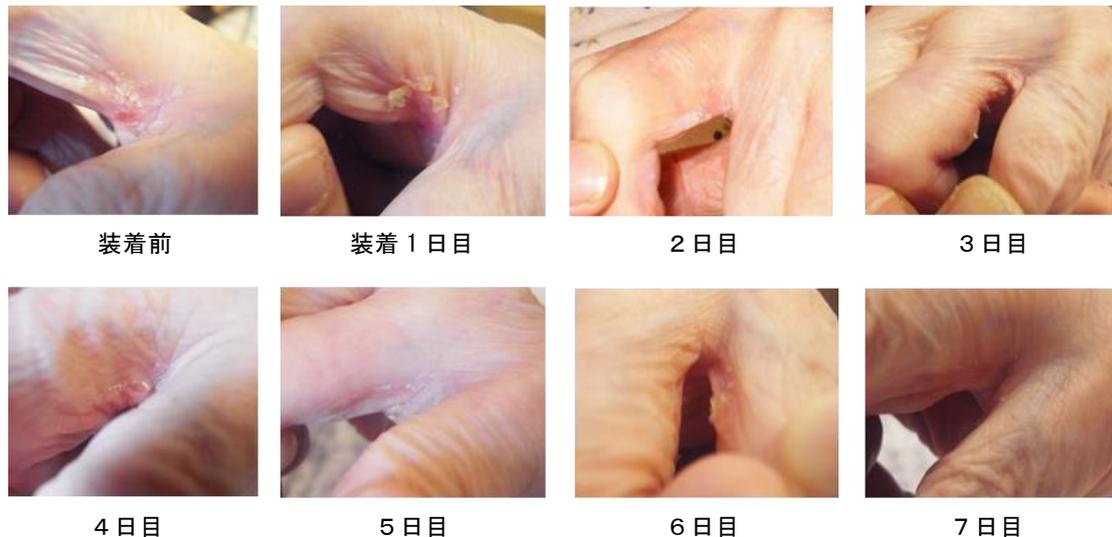


図 15 皮膚疾患部の経時変化

4. 4 尿臭軽減のための導尿バッグカバー

高齢者施設や病院では前述のように尿臭が問題になっている。寝たきり高齢者のベッドの横に設置している導尿バックは、常に尿が入っている状態であり、この尿が細菌によってアンモニアなどの悪臭物質に分解され、室内に拡散することが原因である¹⁴⁾。導尿バックを長く放置すると、尿中のインジカン細菌によって色素物質になり尿は紫色に変色し、独特の臭いを発することがある。4. 2で調製した消臭性繊維を用いて、図 1 6 のような導尿バッグカバーを作成して消臭効果を調べた。臭いの評価は、非常に尿臭の強い人の尿バッグを対象とし、病院で働くスタッフ 5 名の臭覚によって行った。導尿バックカバーを被せていない段階では、鼻をつく尿臭と尿バックのゴムが混ざったような臭いがした。導尿バッグカバーの消臭効果は、図 1 7 のようにカバーを被せると 1 時間で鼻をつく尿臭はしなくなり、尿臭が少し感じる程度に減少した。さらにカバーを被せて 5 時間程度で、やっと尿臭は感知できるほどに低下した。導尿バックカバーを 2 週間継続して使用すると、「やっと感知できるニオイ」から「弱いニオイ」に変化し、消臭効果が低下してきた。消臭保持効果は、約 2 週間程度を考えられる。



図 16 ベッド側面に位置する導尿バッグと導尿バックカバー

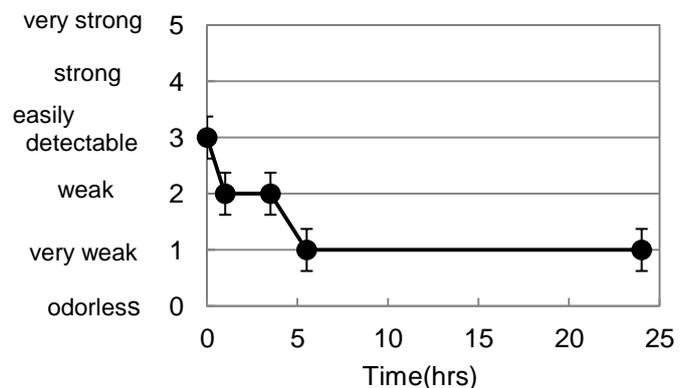


図 17 導尿バッグバックの消臭効果

5. まとめ

排泄物臭や体臭などの身体起源の悪臭に対して、悪臭源近傍で消臭性繊維を用いて効率よく消臭できることが分かった。環境条件に応じて、局所換気と消臭性繊維を組み合わせた消臭法で優れた消臭効果を示した。

参考文献

- 1) 寝たきり老人の現状分析並びに諸外国との比較に関する研究, 厚生科学研究特別研究事業, 昭和 63 年度厚生科学研究特別研究事業, p.209-212, 1989
- 2) 高齢者施設における臭いに関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p.725-726
吉野博, 岸本知子, 池田耕一, 1996
- 3) 高齢者施設における臭いに関する調査研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p.727-728
岸本知子, 吉野博, 1996
- 4) 高齢者施設の臭気に関する空気清浄機の脱臭効果に関する研究, 日本建築学会東海支部研究報告書, 39, p.553-556, 光田恵, 吉野博, 池田耕一, 2001
- 5) 老人福祉施設における室内環境の衛生管理に関する研究, 空気調和, 衛生工学会論文集, 179, p. 27-34, 西村直也, 鍵直樹, 柳宇, 池田耕一, 吉野博, 斎藤秀樹, 斎藤敬子, 鎌倉良太, 小畑美知夫, 2012
- 6) 体臭とはなにか, 香料, 182, p.123-130, 澤野清仁, 1994
- 7) 機能性繊維の技術動向, 株式会社 東レリサーチセンター調査研究部門, 株式会社 東レリサーチセンター, p.154, 2011
- 8) 防臭・消臭, 繊維学会誌, 50(6), p.388-391 白井汪芳, 1994
- 9) Material safety data sheet, Japan Advanced Information Center of Safety and Health, <http://www6.nsk.ne.jp/toyama-kak/1hoanjoho/MSDSshu/MSDS/13.pdf>
http://avogadro.chem.iastate.edu/MSDS/NH3_gas.pdf
- 1 0) Air cleaning efficiency of deodorant materials under dynamic conditions : effect of air flow rate, Indoor air 2014 Proceeding, p.1-5, Chiyomi Mizutani, Mariya P.Bivolarova, Arsen K.Meikov, Zhecho D.Bolashikov, Tomonori Sakai, Kanji Kajiwara, 2014
- 1 1) Bed -intergrated local exhaust ventilation system combined with local air cleaning for improved IAQ in hospital patient rooms, Building and Environment, 100, p.10-18, Mariya P.Bivolarova, Arsen K.Melikov, Chiyomi Mizutani, Kanji Kajiwara, Zhecho D.Bolashikov, 2016
- 1 2) Study of weak-acidic clothing materials developed for skin conditioning, SEN'I GAKKAISHI,69 (4), p.141-145, Chiyomi Mizutani, Momoe Ukaji, Naoki Horikawa, Tomoyoshi Yamamoto, Kanji Kajiwara, 2013
- 1 3) Human friendly applications of functional fibers in aging society, Proceedings of the AHFE 2016 international conference on affective and pleasurable design, p.129-135, Chiyomi Mizutani, Akemi Yahata, Katsusada Takahashi, Hirofusa Shirai, Takako Tokuyama, Kanji Kajiwara, 2016
- 1 4) 医療施設における尿管用排液バッグからの臭気発生量と臭気対策に関する一手法の検討, におい・かおり環境学会誌, 39(1), p.44-50, 板倉朋世, 光田恵, 2008