

研究の動向

■ 介護現場の不快臭とその対策

大妻女子大学家政学部被服学科 水谷 千代美

1. はじめに

我が国の高齢者人口は2016年3,459万人で総人口に占める割合が27.3%となり、2065年には約4割を占めると予想され、日本は高齢化が急速に進んでいる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。近年、75才以上で介護が必要な人数が増えており、在宅介護や高齢者施設などで他者の手を借りる必要性が高くなってきた。介護が必要な度合いは、要介護度1から5に判定される。要介護度1は、排泄や食事はほとんど自分でできるが、身の回りの世話の一部に介助が必要な状態であり、要介護度5は生活全般にわたって全面的な介護が必要な状態で、いわゆる寝たきり状態である。我が国は、デンマークやスウェーデンのような福祉先進国と比較して寝たきり状態の高齢者が多いことが特徴である²⁾。寝たきり状態になるとベッド上で終日過ごし、食事、排泄などをベッドで行うために、排泄物臭、体臭などの身体から発生する不快臭が問題視されている。このような臭いが原因となり、介護者に負担を与え、被介護者と家族の家族関係を悪化させることとなり、介護現場の不快臭は深刻な問題である。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おり³⁾、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から発生する不快臭、トイレおよび居室などの排泄物臭や生活臭、おむつ替えのときの排泄物臭が気になるにおいとして指摘されている^{4)~6)}。

また、寝たきり高齢者は、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）が起こりやすくなる。

ベッド上にエアーマットを装着して褥瘡の防止を行っているが、エアーマットに通気性がないために人体から発生した汗や不感蒸泄が原因で寝たきり高齢者の皮膚には湿疹が発生した。介護者はこのような寝たきり高齢者に対して、食事、着替えの介助、体位変換、排泄物の処理、洗濯などの介護を行っているが、特に着替えの介助、体位変換、排泄物の処理は、手間がかかり介護者にとって精神的、肉体的な負担となっている。衣服の着脱が介護負担の原因のひとつとなり、大半の介護者は腰痛や頸肩腕障害を患い、介護職から離職する人も少なくない。介護現場では寝たきり高齢者の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。近年、介護負担を減らすためにAIの導入に検討されているが、本質的な問題が山積している。本稿では、介護現場の不快臭に焦点を当ててこれまでにやってきた成果を報告する。

2. 介護現場の不快臭と臭気物質

高齢者施設や病院での不快臭は、主に排泄物臭や体臭のような身体起源の悪臭である。我が国では、悪臭防止法により22種類の特定悪臭物質が指定されており、悪臭物質と臭気強度が示されている⁷⁾。また、繊維製品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臭気物質が決められている⁸⁾。我々は、これまでに在宅介護現場の不快臭について調べた結果、脂肪酸類、アルデヒド類、フェノール類などが検出され、これまでに報告された臭気物質と同様な物質が確認された⁹⁾。

その中でも、介護の現場では体臭が継続的に発生する気になる臭いとして指摘されている¹⁰⁾。体臭は、主に汗腺（エクリン汗腺、エポクリン汗腺）および皮脂腺からの分泌物が皮膚上に存在する黄色ブドウ球菌、表皮ブドウ球菌のような常在菌によって悪臭の原因となる臭気物

Chiyomi MIZUTANI

大妻女子大学家政学部被服学科 教授

〔著者紹介〕（略歴）武庫川女子大学大学院家政学研究科被服学専攻修士後期課程修了 博士（家政学）、信州大学大学院総合工学系研究科生命機能・ファイバー工学専攻終了 博士（工学）、米国 Southern Regional Research Center 留学（1997-1998）、デンマーク王国デンマーク工科大学留学（2013-2014）
〔専門分野〕被服材料学

質に分解されて発生する¹¹⁾。また、体臭は、病気の種類や飲んでいる薬の種類およびストレスなどによって、においが異なることが知られている¹²⁾。がん患者は、がんの種類によって体臭が異なり、がん患者の進行に伴う患者の体調変化を体臭でとらえ、がんの早期発見や診断に利用する研究が行われている。

我々は、高齢者の体臭の原因となる臭気物質を調べることを目的として、体臭が強い高齢者に綿製の下着を着用してもらい、GCMS分析を行った。体臭の原因となる臭気物質として、脂肪酸由来のデカナールなどの飽和アルデヒド類、2-ノネナールのような不飽和アルデヒド類、ヘキサノ酸、ヘプタノ酸のような脂肪酸類などが検出された。また、加齢臭の原因物質である2-ノネナールが存在することが確認できた。これらの臭気物質は、汗腺や皮脂腺から分泌物を皮膚の常在菌によって分解される場合と酸化されて発生する場合に大別される¹³⁾。

一方、排泄物臭の原因となる大便是、食物の不消化部分の他に消化液の残りや腸内微生物の残骸などを含んでおり、インドールやスカトール、硫化水素、メルカプタン類が主な臭気物質である。尿は腎臓で体液から濾過や吸収などの作用によって捕集された液体の排泄物質と水分の混合物質である。尿中含有物の尿素は、分解してアンモニアと炭酸ガスになるが、薬や飲食物によってにおいが異なる。

3. においの感じ方

高齢者施設の介護士や看護師の方に施設内の気になるにおいについて質問すると、尿臭のような不快臭も慣れてきて気にならなくなると返答された。嗅覚は、におい分子が気体の状態でのみ反応することができる。におい分子が拡散または気流によって空気中に拡散し、呼気と共に吸い込まれ鼻腔に入ること、鼻腔の天井部分にある嗅粘膜部ににおい分子が到達し、嗅粘膜を覆う粘液の中へ溶けていく。嗅粘膜が保持している嗅細胞にインパルスという電気信号を発生させる。この電気信号が嗅神経を通じて第一次嗅中枢である嗅球を通り、脳に到達する。この刺激は高位嗅中枢である大脳皮質に伝達され、何のにおいであるかが感知されるのである。臭気物質の分子量が300以下のものがにおいであり、この中で最も分子量が小さいものは分子量17のアンモニア、最も大きいものは分子量297のムスクシロールであると言われている¹⁴⁾。高齢者施設に勤務される方のように一定の環境下で臭気に慣れる現象は嗅覚の疲労とも言われ、人によってにおいの感じ方が異なる。このために臭気強度を嗅覚によって評価する実験には、嗅覚閾値検査の基準となっているT&Tオルファクトメータ(嗅覚測定用基準臭)で嗅覚を調べた後に被験者を選定する必要がある。

4. 消臭性繊維を用いた室内の不快臭除去方法

体臭や排泄物臭など身体起源の不快臭は、悪臭源から室内に拡散し、病院や高齢者施設内全体の不快臭として取り上げられている。このような不快臭に対して、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不快臭除去を試みており、消臭設備が大規模になって、コスト、エネルギー面で大きな損失となっている。また、このような設備は院内感染や集団病室における二次感染にもつながり、大きな社会問題となっている。この問題を解決する方法として、尿臭や体臭のような身体起源の不快臭を、悪臭源である人体の近傍でできるだけ効率よく消臭するシステムを構築する必要がある。そのために、私たちは消臭性繊維を用いた不快臭除去システムを提案した。消臭性繊維の消臭機構は、悪臭分子との中和反応、酸化・還元反応、縮合反応などによって化学的に消臭する方法(化学的消臭)とシリカゲルや活性炭素繊維のような微細な孔に悪臭分子が吸着する方法(物理的消臭)に大別され、消臭性繊維の特性によって悪臭の種類に対する消臭能力、消臭速度などが異なっている¹⁵⁾。また、臭いは、室内の温度、湿度、気流などによって感じ方が異なる。そこで、これらを勘案して病院や高齢者施設の室内環境をシミュレートした人間—衣服—環境を想定した評価装置を作成し、消臭性繊維の消臭効果を評価した。これまでに消臭性繊維の消臭効果は、検知管法やガスクロマトグラフィ法によって静的な方法で評価されてきた。我々は、空気の流れを考慮した動的な消臭性評価を行い、室内の気流、温度、湿度が消臭性繊維の消臭効果に与える影響を調べた。

(1) 寝たきり高齢者をシミュレートした人間—衣服—環境系装置による消臭性繊維の消臭性評価

寝たきり高齢者は、尿の排泄はおむつの中で行わなければならない。尿が体温で温められてアンモニアと炭酸ガスに分かれ、尿臭として室内に拡散する。本実験では、排泄された尿が体温で温められて尿臭(アンモニア臭)が発生し、室内への拡散をシミュレーションした装置を作成した。消臭性繊維として、活性炭素繊維(比表面積1,350 m²/g、細孔容積0.6 mL/g、細孔直径1.9 mm、厚さ17 μm)を用いて消臭効果を調べた。装置は、図1のように疑似皮膚とみなしたホットプレート部(HEATED PLATE)尿を含んだおむつ部分(COTTON SOAKED IN NH₄OH)および室内とみなしたボックス部(PVC PIPE)に分かれる。

本実験は、ホットプレート(0.04 m²)上に疑似皮膚プレート(0.04 m²)を設置し、脱脂綿(11 g)に0.03%アンモニア水溶液(NH₄OH)200 ml加えた。この際、疑似

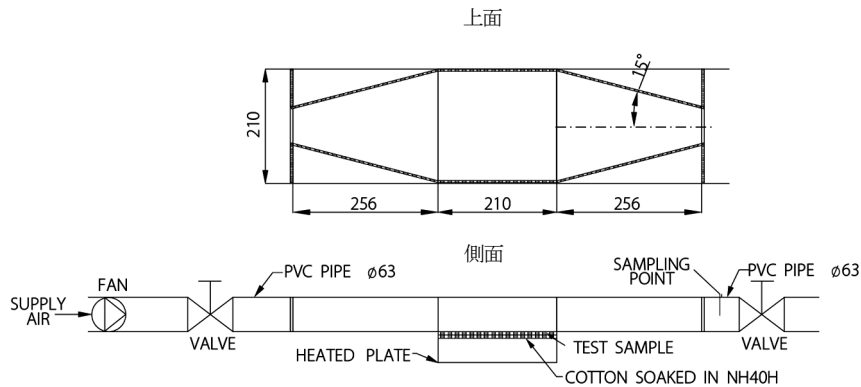


図1 消臭性評価装置の概要

皮膚プレートの表面温度が平均皮膚を示す34℃になるように調整した。室内とみなしたボックスの中に空気 0.5 L/sec を供給し続け、初期のアンモニアガス濃度 20 ± 2 ppm を発生させた。ボックス中のアンモニアガス濃度は、ガスモニタ（INNOVA 社製1312型）で連続的に測定した。室温20℃と25℃、湿度25%と80%の条件下で1時間実験を行った。室内のアンモニア濃度は次式から算出した。

$$\text{アンモニア濃度} = C_i / C_{\max}$$

ここで、 C_i は t 時間のアンモニア濃度、 $C_{\max}$ は最大アンモニア濃度を示す。

室内温度20℃と28℃、湿度25%と80%、風速 0.5 L/min の環境条件下で活性炭素繊維の消臭効果を調べた。その結果、図2のように活性炭素繊維はいずれの温度および湿度においても、約5分経過後、アンモニア濃度は20 ppmから0 ppmに低下して高い消臭効果を示した。室内の温度が活性炭素繊維の消臭効果に与える影響を検討した結果、室温20℃と28℃の範囲では、活性炭素繊維の消臭挙動に変化が見られなかった。一方、湿度を変化させた結果、高湿度の方が消臭速度は遅くなっていることがわかった。これは、高湿度は空気中の水分が多く、空気中の水とアンモニアとが反応して消臭速度が遅なったと考えられる。しかし、本実験に用いた活性炭素繊維はアンモニア臭に対して優れた消臭効果を発揮したが、湿度の影響が明らかとなった¹⁶⁾。

(2) 局所換気と活性炭素繊維を組み合わせた不快臭除去方法

尿臭のような不快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不快臭除去方法を検討した。人工気候室（面積 22.5 m²、換気量 10 L/sec：換気回数 1.6 ACH、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。

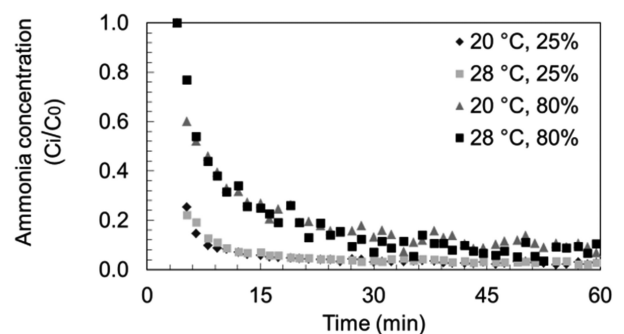


図2 室内温湿度が活性炭素繊維の消臭効果に与える影響

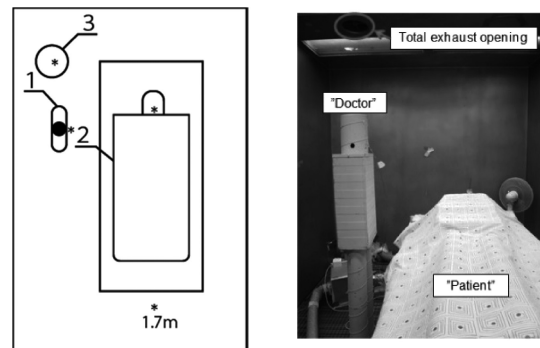


図3 実験室内設置条件と測定位置

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

不快臭として、尿臭を模倣したアンモニアガス（約 5,400 ppm）を寝たきり高齢者の股間から発生させ、人工気候室内のアンモニア濃度が 5～6 ppm 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 1.7 m 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3）。アンモニア濃度は、次式から算出した。

$$\text{アンモニア濃度} = C_i / C_{\text{ref}}$$

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, *Ciref*は換気量 10 L/sec : 換気回数 1.6 ACH 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 (図 4)。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 (0.8 m×0.16 m) があり、尿臭の模擬ガスである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 1.5 L/sec とした。消臭性繊維として、活性炭素繊維を掛布団カバー (長さ 1.95 m×幅 1.54 m) に用いた。

図 5 は、実験室内 (1.6 ACH) のアンモニアガス濃度および換気マットレス (VM) と活性炭繊維 (ACF) を組み合わせた時のアンモニア除去効果を示している。実験室内のアンモニアガス濃度は、平均 4.6 ppm であった。人が臭いと感じる (閾値) アンモニアガス濃度は、1.5 ppm であり、4.6 ppm は明らかににおうと感じる濃度である。室内アンモニアガス濃度 4.6 ppm から、換気マットレス (1.6 ACH+VM) を使用すると平均 1.4 ppm まで低下した。また、活性炭素繊維を掛布団カバーに用いた場合 (1.6 ACH+ACFcover) は、平均 0.6 ppm まで低

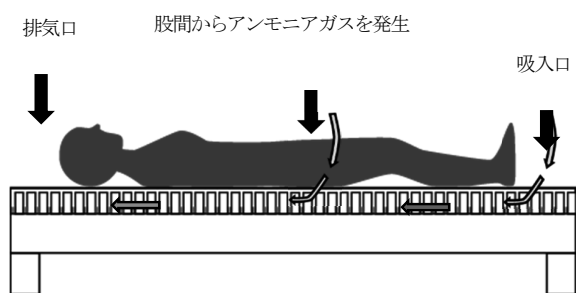


図 4 ベッド上の換気マットレスと空気の流れ

下し、活性炭素繊維の消臭効果が認められた。その中でも、活性炭素繊維を掛布団カバーに用いて換気マットレスを組み合わせるとアンモニア濃度は 0 ppm まで低下し、最も高い消臭効果が得られた。以上のように、換気マットレスを使った局所換気と活性炭素繊維と組み合わせることで相乗効果が認められ、悪臭源近傍で消臭するシステムが構築できた¹⁷⁾。

5. 最後に

今後、高齢者人口の増加に伴って、特別養護老人ホームへの入所は原則要介護 3 以上と介護保険法が改訂され、要介護状態になってもできるだけ長く在宅での生活を続けていく必要がある。私は、福祉大国であるデンマーク王国で仕事をする機会に恵まれ、デンマーク王国に住む高齢者の生活に接して、街中で補助器具を使って普通に歩いている高齢者の姿を目にすることができた。不自由になった身体の一部は補助器具を使い、身体に残る機能能力をできるだけ引き出し、何事も自分で行っていた。また、加齢で援助が必要となっても、これまで営んでいた生活や習慣を継続できるような支援体制がデンマーク王国できており、高齢者施設に入居する場合でも自分の家具と共に入居し、高齢期を通して人生の継続を尊重していた。デンマーク王国で補助器具や介護用品が発達し、寝たきり高齢者が少ない理由が納得できる。今後は、介護現場の不快臭のみならず、介護用品や補助器具の開発が重要視されてくるように思われる。家政学を追求する人として、微力ながら高齢化社会の問題点を少しずつでも解決していきたいと思う。

謝 辞

本研究は、JSPS 科学研究費 JP15K12308 寝たきり高齢者の QOL 改善のための機能性繊維の応用に関する研究、

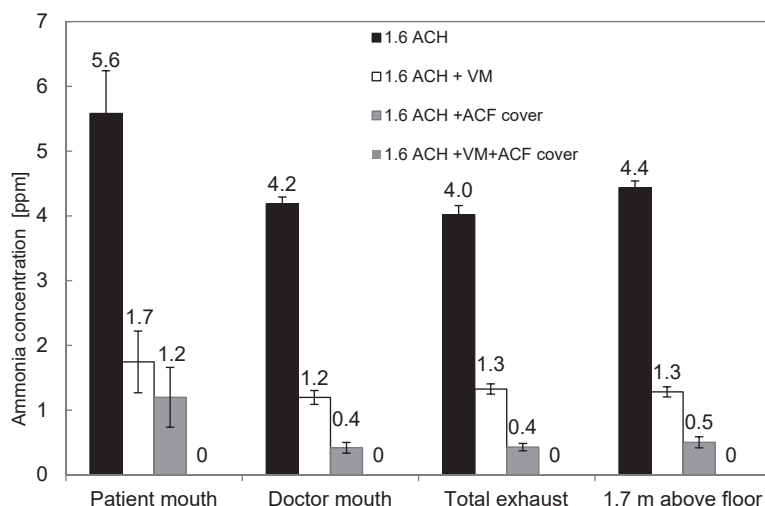


図 5 局所換気と活性炭素繊維の消臭効果

JP17H01951臭いの快不快評価定量化の試みと在宅介護不快臭対策への応用助成を受けたものです。改めて感謝申し上げます。

文 献

- 1) 内閣府. 高齢化の状況と将来像. 平成29年度版高齢社会白書. 2017, 2-3.
- 2) 厚生科学研究特別研究事業. 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. 昭和63年度厚生科学研究特別研究事業. 1989, 209-212.
- 3) 吉野博, 岸本知子, 池田耕一. 高齢者施設における臭いに関する調査研究. 建学梗. 1996, 725-726.
- 4) 岸本知子, 吉野博. 高齢者施設における臭いに関する調査研究. 建学梗. 1996, 727-728.
- 5) 光田恵, 吉野博, 池田耕一. 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. 建学支 (東海支部). 2001, Vol. 39, 553-556.
- 6) 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. 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. 2012, Vol. 179, 27-34.
- 7) 悪臭法令研究会編. 四訂版ハンドブック悪臭防止法. ぎょうせい, 2001, 28-29.
- 8) 東レリサーチセンター調査研究部門. 機能性繊維の技術動向. 東レリサーチセンター. 2011, 154.
- 9) 田澤寿明, 水谷千代美, 高岳留美. 在宅介護における臭気の測定と評価. 第31回におい・かおり環境学会要旨集. 2018, 64-65.
- 10) 板倉朋世, 光田恵. 医療施設内の病室の臭気のレベルに関する研究. 建学論. 2008, Vol. 625, 327-334.
- 11) 澤野清仁. 体臭. 日本味と匂学会誌. 2000, Vol. 7, 3-10.
- 12) 板倉知世, 光田恵, 棚村壽三. 医療施設における臭気の特性に関する研究—患者特性と臭気の関係についての考察—. 建学梗. 2013, 801-804.
- 13) 大貫毅. 最近の体臭発生機構の研究とデオドラント剤の開発. *Fragrance Journal*. 2006, Vol. 5, 15-23.
- 14) 嵯崎正也. におい基礎知識と不快対策・香りの活用. オーム社. 2010, 48-59.
- 15) 白井汪芳. 防臭・消臭. 織学誌. 1994, Vol. 50, No. 6, 388-39.
- 16) Bivolarova, M.; Mizutani, C.; Melikov, A.; Bolashikov, Z.; Sakaio, T. Effect of deodorant materials for ammonia reduction in door air. *Indoor air 2014 Proceeding*. 2014, 1-8.
- 17) Bivolarova, M.; Melikov, A.; Mizutani, C.; Kajiwara, K.; Bolashikov, Z. Bed-intergrated localexhaust ventilation system combined with local air cleaning for improved IAQ in hospital patient rooms. *Building and Environment*. 2016, Vol. 100, 10-18.