

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 28 日現在

機関番号：32674

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300266

研究課題名(和文)衣服に付着した体臭成分の分析と不快臭が快適性に及ぼす影響の評価

研究課題名(英文) Analysis of human body odor components adhered to clothes, and the influence which an unpleasant odor has on comfortable sensation.

研究代表者

永井 伸夫 (NAGAI, Nobuo)

文化学園大学・服装学部・教授

研究者番号：80207969

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,900,000円、(間接経費) 2,970,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、衣類から発生する臭気成分を、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)及びThermal Desorption Systemにより分析し、身体に及ぼす影響を検討した。寝衣または枕カバーからは50種類以上の成分が検出され、アルデヒド系化合物が、経時的に増加していた。官能評価では、中高年男性が若年層より自らの体臭の強さを感じており、また油っぽさを感じていることが示され、アルデヒド系化合物が不快感に繋がること示唆された。皮膚性状では男性では皮脂が多く、これらに由来する臭い成分と相応し、皮膚表面から検出された細菌は、ほとんどがStaphylococcus epidermidisであった。

研究成果の概要(英文)：In this study, we analyzed human body odor components adhered to clothes by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) and the thermal desorption system. Furthermore, we investigated the influence that the body odor components gave to a body. More than 50 kinds were detected by night clothes or pillowcases, and the aldehyde compounds (n-octanal, n-nonanal, trans-2-nonenal, n-decanal) increased temporally. In the olfactory sensory evaluation, the old and middle aged men felt strength and oily of own body odor than younger men, these are associated with the aldehyde components production. As for the bacteria detected in the skin surface, the most of them were Staphylococcus epidermidis.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学，生活科学一般

キーワード：体臭 ガスクロマトグラフ質量分析 サーマルディソープション 衣環境 皮膚性状 皮膚細菌叢 官能評価

1. 研究開始当初の背景

近年、都市を中心とする人口密度の増加、閉塞的人工空間の増加、これに伴う人間相互空間距離の短縮、平均寿命の延長、医療・看護等、社会的ニーズの拡大等を背景に、生活者がヒトの体臭を意識する機会が増加し、医薬品業界・化粧品業界・繊維業界を含む様々な分野で体臭への関心が高まっている。ヒトの体臭成分は、皮膚からの発汗や、表面皮脂の酸化分解、皮膚常在菌による化学反応が関与すると考えられ、これまで腋臭や汗臭、足臭、頭髪臭などについて多くの知見が得られ、腋臭としては(E)-3-メチル-2-ヘキセン酸や (Akutsu T. et al. *Chem Senses* 31, 557-563, 2006), 加齢臭としては trans-2-nonenal などが検出されている (Haze S. et al. *J Invest Dermatol*, 116, 520-524, 2001)。

一方、衣服から発生する臭気成分の分析や、臭気成分と皮膚細菌叢との関係、また衣服から発生する臭気成分がヒトに及ぼす影響に関する報告は少なく、これらに関する知見を得ることは衣服の洗浄、抗菌、消臭、防臭のあり方を含めて、低環境負荷型で、しかも人間の QOL を高める衣生活を実現するための基礎研究として、極めて重要な課題であると考えられる。衣服は人間にとって最も身近な環境であり、生活者の体臭が衣服に付着し、生活臭として他者に感知されることを考えると、体臭成分の衣服への付着、蓄積、変性、さらには布地上の細菌増殖等により産生される物質に関する知見が求められる。また、衣服から発生する体臭成分が人間の生理学的・心理学的反応にどのような影響をもたらすかを検討することも重要である。

永井、田村らは、これまでガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC/MS) 及びにおい識別装置を用いて、着用した綿素材肌着の断片からアルデヒド、ケトンなどを分析し、これらの成分が嗅覚に及ぼす影響を検討してきた (2006年 The 35th Textile Research Symposium (中国) にて発表、衣服に付着した体臭成分のガスクロマトグラフマスペクトルによる分析。繊維製品消費科学, 51(4), 333-337, 2010.)。本研究においては、現状までに抽出されたいくつかの課題をさらに発展させ、衣服から発生する広範な臭気成分とこれらが人体に及ぼす影響等を検討し、臭気が快適性に及ぼす影響を総合的に評価しようとするものである。

2. 研究の目的

本研究では、衣服および靴下や手袋等、ヒトが身に着ける広範囲の素材について、そこから発生する臭気成分を包括的に分析し、これが人間に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。スクリーニングされた体臭成分については官能評価を行い、臭い成分の単一および混よる影響を評価する。また、体臭成分がおよぼす生理学的影響を総合的に

評価するため、自律神経機能、免疫機能、身体的ストレス、精神的ストレスについて評価を行う。また体臭成分と皮膚表面の性状 (皮膚水分量、油分量、pH および清浄度) との関連性の有無、また体臭成分が皮膚常在菌や布地における細菌叢に起因するかについても併せて検討する。

寝具は、健康な生活を送るために不可欠な睡眠の環境を支える非常に重要な役割を担っている。本研究の目的の一つとして、人の眠りの質を左右し、より清潔で健康的な睡眠環境を構成すると考えられる枕カバーに着目し、これに付着した体臭成分を分析すると共に、においと細菌や汚れとの関係について検討を試みた。

次に、日常生活において毎日着用するが洗濯頻度の少ない寝衣に着目し、これに付着した体臭成分を分析すると共に、体臭成分と皮膚表面の性状や皮膚細菌叢との関連性についても検討した。GC/MS およびサーマルディソープションシステム (TD-20, 島津製作所) を用いて成分の分析を行った。

さらに分析方法の改良として、短時間でより多くの成分を採取できる可能性を持つ捕集ツール, MonoTrap GPS® TD (GL Science) を用い体臭成分を採取し、主な成分について定量分析を行った。また、官能評価を行うことでヒトの嗅覚による評価も検討し定量分析したデータと照らし合わせることにより、検出された体臭成分の種類や量との関係性の評価を行った。

3. 研究の方法

(1) ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) による体臭成分の分析

分析に用いた装置は、四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計 (QP-2010, 島津製作所) で、ヘッドスペース法により分析を行った。身体の各部位に、32時間連続して装着した試料片から、さらに 1×5 cm の試料片を切り取り、バイアルに密封、110°C、30分間加熱し、気化した成分を GC/MS のカラムに導入した。なお、カラムには微極性の DB-5 (J&W Scientific) を選択し、カラム恒温槽は 40°C から 250°C まで毎分 20°C 上昇する昇温分析法を採用した。質量分析におけるイオン化法には電子衝撃イオン化法を用い、電子線の発生は 0.9eV とした。

得られたクロマトグラムについてはピーク毎にマスペクトルを測定し、各スペクトルについてマスペクトル用コンピュータライブラリー (NIST, 島津製作所) で検索し、標準マスペクトルと 90% 以上一致した物質について同定した。同定された物質のうち、各被験者において共通して検出された 5 種の物質、アルデヒド系化合物で n-octanal, n-nonanal, trans-2-nonenal, n-decanal, アルコール系化合物では 2-ethylhexanol, ケトン系化合物では 6-methyl-5-hepten-2-one については標品 (和光純薬工業株式会社) を

標準物質とし、保持時間およびマススペクトルを試料との直接比較により確認した。また、5種の体臭成分の定量を目的として、各物質の標品をエチルアルコールで1~1000ppmの濃度に適宜希釈し、前述と同様に洗浄処理した綿試料布(1×5 cm)に10μl滴下し、GC/MSによる分析を行った。この結果を基に選択イオン検出モードによる検量線を作成し、各被験者・部位別体臭成分の定量処理を行った。

(2) 枕カバーに付着した体臭成分の分析

被験者は健康な女性10名(24±0.9歳)と男性5名(55±2.6歳)を対象とし、試料布には綿100%のブロードとタオル(5×17 cm)を用いた。就寝時枕の上に試料布を設置し、規定日数(7, 14, 21, 28日間)枕カバーとして使用した綿布のにおいの分析、付着物の検出を行った。

体臭成分の分析にはGC/MSを用い、ヘッドスペース法による定性・定量分析を行った。また、におい識別装置(FF-1, 島津製作所)及び絶対値表現ソフトAsmell-2を用い、標準ガスとの類似度(基準ガスとサンプルとの類似性にベクトルの角度情報をもとに解析し、0-100で数値化したもの)、臭気寄与(基準ガスとサンプルとの類似性にベクトルの長さ(臭いの強度)情報を加え、基準ガスの嗅覚閾値で補正してヒトの感覚に近い結果を数値化したもの)の分析を行った。さらに実験最終日には、5週間使用した綿布を用いた官能評価を行い、ヒトの嗅覚による評価も検討した。官能評価では、六段階臭気強度表示法を用いた臭気強度の評価、順位法によるにおいの質に関する7項目の評価を行った。

(3) 寝衣に付着した体臭成分の分析と皮膚性状および皮膚細菌叢との関連性

被験者は健康な女性4名(22歳)と男性4名(52±3.2歳)を対象とし、試料には長袖Tシャツを用いた。毎日6~8時間、就寝時に着用し、指定した日(1, 3, 7日後)に、ガスクロマトグラフ質量分析計および平成23年度に購入した集気装置のサーマルディソープションシステム(TD-20)を用いて成分の分析を行った。また同日に女性パネル4名に対して、12形容詞対5段階SD法による官能評価を行った。皮膚性状については背部、胸部、顔面の角質水分量、油分量、pHを油分・水分・PH計(Courage Khazaka Co.)を用いて測定した。皮膚細菌の検出は、背部の皮膚表面から拭き取り法によって採取し、アピ細菌同定検査キット(シスメックス株式会社)を用いて同定した。

(4) 捕集ツール(MonoTrap)及びThermal Desorption Systemを用いた体臭成分の分析

被験者は健康な若年女性5名(22.0±1.2歳)と若年男性5名(23.4±2.4歳)、中高年男性5名(54.6±4.6歳)の計15名とし、配布した洗剤及びタオルを使い入浴した後、配布し

た寝衣に捕集ツール MonoTrap RGPS®TD (GL Science)を添付し、就寝時(7~8時間)の体臭成分を捕集した。

体臭成分の分析にはGC/MS及びThermal Desorption System(TD-20, 島津)を用い、更に標品を適宜希釈し検量線を作成し、定量分析を行った。官能評価では被験者自身が起床後の寝衣の臭いを系統別に5段階で強度の評価を行った。

(5) 統計学的検討

Student's t-検定及び二元配置分散分析を行った。有意差は危険率5%未満の場合に有意性がある(p<0.05)と判定した。

4. 研究成果

(1) 枕カバーに付着した体臭成分の分析

GC/MSによる定量分析の結果から、男性被験者の試料ではアルデヒド系化合物(n-octanal, n-nonanal, trans-2-nonenal, n-decanal)が使用日数の長さに伴い増加する傾向を示した。女性では男性と比較してアルデヒド系化合物は少量であり、アルコール系化合物の2-ethyl-1-hexanolが多く検出された(Fig. 1, 2)。におい識別装置による分析で

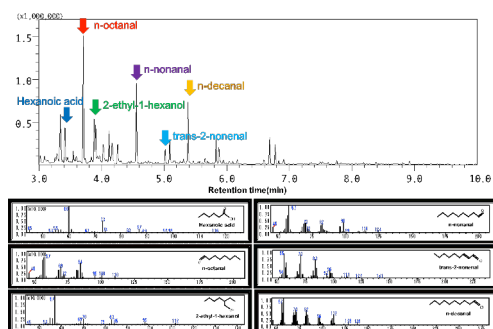


Fig. 1 Gas chromatograms and mass chromatograms of human body odor components: representative substances analyzed by GC/MS

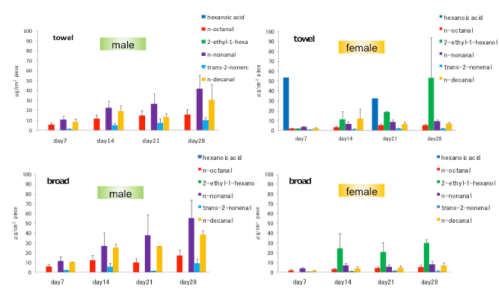


Fig. 2 Quantitative analysis of human body odor by GC/MS
mean±S.E.M., male: n=4, female: n=9

は、硫化水素、硫黄系、アミン系、アルデヒド系が強く、炭化水素系、アンモニアはほとんどの試料で検出されなかった(図3)。また、使用日数に伴う臭気指数の増加傾向は認められなかった。官能評価では、女性は人体から発生する生臭い臭い、脂肪酸の臭いに反応して“不快”と感じる傾向があり、男性は生臭いにおいを不快と感じ、普段嗅ぎ慣れない芳香のにおいを検知し、そのにおいが強いほど不快と感じる傾向があることが示された。細菌数及びATP付着量は枕カバーの使

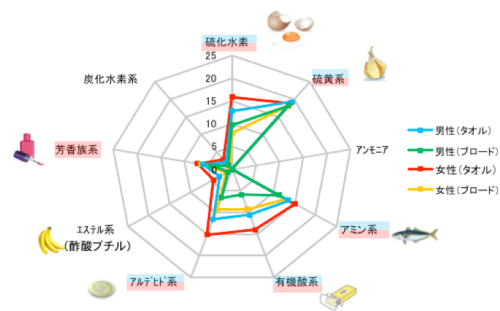


図3 臭い識別装置による臭気寄与

用日数の長さに伴う増加傾向が認められた。また全ての被験者でブロードよりもタオルの方が汚れが付着しやすく、細菌が繁殖しや

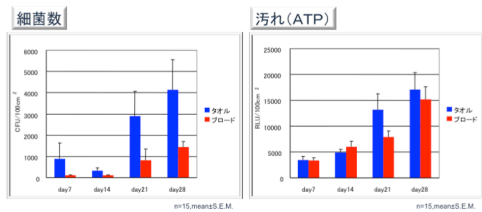


図4 細菌数とATPの経時的変化

すいことが示された(図4)。また、細菌数とATP付着量との相関は低く、関連性は認められなかった。これは化粧品や整髪料など抗菌性の成分が、細菌数に影響したことが原因として考えられた。

(2) 寝衣に付着した体臭成分の分析と皮膚性状および皮膚細菌叢との関連性

GC/MSによる分析の結果から50種類以上の成分が検出された。主な臭い成分ではアルデヒド系化合物等の炭化水素であった。また日数の経過に伴いクロマトグラムのピークは増大していた。官能評価では、「爽快感の欠如」と「青臭さ」の評価が高くなり、分析か

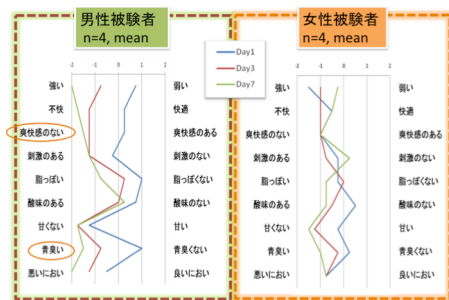


図5 官能評価

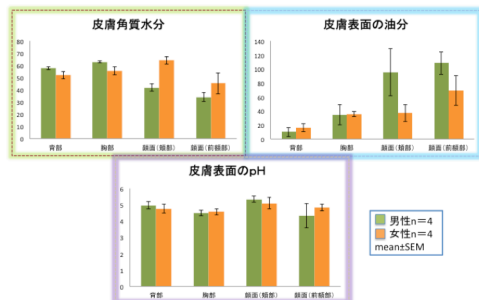


図6 皮膚性状の分析結果

ら検出されたアルデヒド系化合物が不快感に繋がることを示唆された(図5)。皮膚性状との関連についても、男性では皮脂が多く、これらに由来する臭い成分の検出数が多いことと相応していた(図6)。また、皮膚表面から検出された細菌は、ほとんどが *Staphylococcus epidermidis* であった(図7)。

●判定された各被験者の菌の数及び菌種名

Colony No	被験者	菌体数	% ID	細菌名
#1	m-1	2.8×10 ⁶	86.9	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
#2	m-4	1	97.9	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
#3	F-3	100	86.5	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
#4	F-1	20	99.9	<i>Micrococcus spp.</i>
#5	F-4	2.7×10 ⁶	86.9	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
#6	F-4	2.7×10 ⁶	95.6	<i>Micrococcus spp.</i>
#7	m-1	2.8×10 ⁶	98.1	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
#8	F-2	10	65	<i>Staphylococcus capitis</i>

●常在菌をアピスタプレートで同定した結果

No.	O	GU	FRU	MNE	MAL	LAC	TRH	MAN	HLT	MEL	NET	PAL	VP	RAF	XYL	SAC	MOS	NAG	ADH	URE	LSTH	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

図7 皮膚常在菌の検出と同定

(3) 捕集ツール (MonoTrap) 及び Thermal Desorption System を用いた体臭成分の分析
MonoTrap を用いたことにより、従来の研究では体臭成分の採取に少なくとも 30 時間程を要していたが、7~8 時間程に短縮でき、更にこれまでの約 1.5 倍の種類の成分を検出す

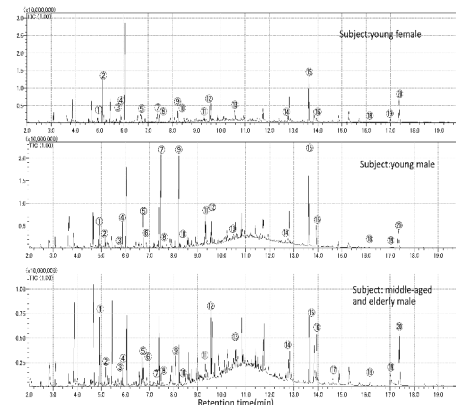


Fig. 8 Gas chromatograms of human body odor components analyzed by GC/MS. 1:n-octanal, 2:2-propanol, 3:undecane, 4:n-nonanal, 5:n-decanal, 6:1-heptanol, 7:tridecane, 8:undecanal, 9:tetradecane, 10:dodecanal, 11:dodecanoic acid, 12:pentanoic acid, 13:tetradecanoic acid, 14:octadecanoic acid, 15:2-propenoic acid, 16:hexanedioic acid, 17:octacosane, 18:tetracontane, 19:13-docosanamide, 20:squalene.

ることができた(Fig. 8)。また、捕集された成分の濃度も、個人差はあるものの、従来長時間かけて採取した方法を大きく上回る濃度の成分が検出される結果となった。全被験者の試料から脂肪酸の酸化成分である

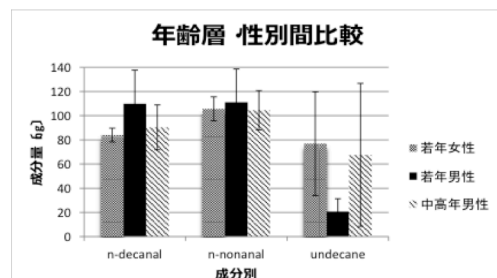


Fig.9 Quantitative analysis of human body odor by GC/MS. Each subject group: n=5.meant±S.E.M.

n-nonanal や n-decanal が検出された。さらに定量分析を行った結果、高濃度において油っぽい臭いを放つ n-decanal が若年男性被験者において比較的多く検出された (Fig. 9)。また官能評価では、中高年男性が若年層より高い数値をマークする傾向にあり、臭いの強さや油っぽさを特に感じていることが示唆された (図 10)。



図10 年齢層・性別の相違による官能評価の結果
n=5(各対象群), mean ± SEM

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

- 窪田穂波, 永井伸夫, 田村照子: GC/MS 及びサーマルディゾーションシステムを用いた体臭成分の分析. (社) 繊維製品消費科学会 2014 年年次大会. 2014.6.28. 京都市.
- 官治沙奈恵, 永井伸夫, 田村照子: GC/MS 及びにおい識別装置による枕カバー付着成分の分析. 平成 24 年度繊維学会年次大会. 2012.6.7, 東京.
- 永井伸夫: 衣服等から発生する臭気成分の分析とその評価. 日本家政学会被服衛生学部会第 31 回被服衛生学セミナー. 2012.9.13. 横浜市.

〔図書〕(計 1 件)

- 関川誠 他: TJ MOOK NHK あさイチ暮らしの中の「スゴ技」大百科. pp27-31(全 96 頁),

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

- NHK あさイチスゴ技 Q【秋の衣がえ黄ばみ臭いシワ虫食い対策防虫剤使い方】等 <http://topicsnow.blog72.fc2.com/blog-entry-11707.html> あさイチスゴ技 Q に関連して、衣服から発生する悪臭の発生要因及びその防止法について、テレビ出演して解説した (2013 年 10 月 1 日, 8:15~9:00)。
- 文化学園大学 教員紹介 服装学系 <http://bwu.bunka.ac.jp/study/professor/f.php>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

永井 伸夫 (文化学園大学・服装学部・教授)
研究者番号: 80207969

(2) 研究分担者

田村 照子 (文化学園大学・服装学部・教授)
研究者番号: 30060817

(3) 連携研究者

()

研究者番号: