

氏名(本籍)	危 希曦(中華人民共和国)
学位の種類	博士(被服環境学)
学位記番号	博甲第58号
学位授与年月日	2021年3月18日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 文化学園大学学位規程第5条第1項該当
論文題目	衣服内の衛生環境に及ぼす体毛の有無の影響 —皮膚細菌叢及び衣服内体臭成分分析の観点から—
論文審査委員	(主査) 教授 永井 伸夫 教授 佐藤 真理子 教授 安永 明智 教授 後藤 純子(共立女子大学)

## 論文内容の要旨

若年女性の間では美容意識の高まりと共に、夏に限らず一年中体毛を処理する人が増加している。その一方で、除毛により体表面において残留汗量の増加に伴う不快感や、デリケートエリアでは蒸れ、かゆみ、臭い、湿疹などを訴える人もあり、除毛による皮膚および衣服内気候への影響が懸念される。しかし、これまで、皮膚の一部である体毛と“第二の皮膚”と言われる衣服との関係が研究者に注目されることは極めて少なく、体毛の有無が身体・健康に及ぼす影響について検討した研究は十分ではない。

体毛の分布その他の特性については医学部解剖学系の研究が散見されるが、いずれも50年以上前の論文であり、アジアでは現代社会における体毛処理の動向とその影響について検討したものは乏しい。また、衣服内環境分野では、日常生活において必要不可欠な衣料品であるショーツについての研究報告が少なく、ショーツの開発過程では無視できない体毛の有無によるショーツ内環境の違いについての検討はなされていなかったと思われる。

本研究では、デリケートエリアの体毛を全て除去した無毛群及び体毛に人工的な処理をしていない有毛群の二群に分けて実験を行った。第一に、皮膚表面菌種の同定を行い、全検体に共通して検出された菌種がそれぞれの検体から検出した細菌総数における各菌の占有率を分析検討した。また、無毛群と有毛群の皮膚表面菌について相違点を分析検討した。第二に、ショーツ内の臭い成分を測定し、全検体の臭いの傾向把握および有無毛群の比較を行った。最後に、ショーツ内の熱水分環境を計測し、全検体の傾向把握および有無毛群の比較を行う。それらの情報をまとめ、ショーツ内の熱水分特性および菌の増殖、臭い発生の要因について明らかにし、さらにデリケートエリアの体毛の役割・体毛の有無が健康に及ぼす影響について考察した。これにより消費者を悩ませてきたデリケートエリアの痒み、臭い、かぶれ、蒸れ感などの解決に向けた検討を行った。

本論文は7章より構成され、各章の概要は以下の通りである。

第1章. 序論では、研究の背景および文献的理論・原理、本研究の目的及び本論文の構成について記述した。

第2章. アンケート調査では、体毛処理に関するアンケート調査を実施し、その実態を把握した。その結果、最も頻繁に使用される体毛処理方法が剃刀による剃毛であること、専門サロンにおけるレーザー脱毛も一定数利用されていることが確認できた。また、デリケートエリアの体毛処理についても10%から40%程度が、経験していると回答し、そのうちで痒みなどの皮膚の変化を経験している回答者が存在することから、デリケートエリアの剃毛処理について、その衣服内気候、皮膚常在菌叢、体臭成分に関する検討が必要とされていることを明らかにした。

第3章. 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響では、デリケートエリアにおいて剃毛による皮膚常在菌への影響の検討を行った。健康な24~2歳の女性7名を対象に、デリケートエリアの粘膜上部から5cm上の菌を拭き取り法により採取した。採集した細菌は16S rRNA解析により菌種の同定を行った。その結果、デリケートエリアでは人間の皮膚に頻繁に検出される属の細菌が全て検出された。剃毛群で検出された菌種数は未処理群より多く、多様性指数も高かった。剃毛することにより皮膚常在菌叢の多様性が高まることが示唆された。また、剃毛群の中で病原性の可能性がある菌種が検出された。さらに、皮膚の防護機能を助け、さらに腸管免疫の調節作用を有するLactobacillus属が減少し、細菌などによる感染抑制能力が低下する可能性も示唆された。このように剃毛により健常な皮膚表面菌叢のバランスが悪くなり皮膚トラブルを起こす可能性が示された。

第4章. 体臭成分に与える体毛処理の影響では、剃毛がデリケートエリアの体臭成分に及ぼす影響について検討を行った。実験は健康な23~2歳の女性11名を対象に、剃毛群と未処理群の臭気成分の種類及び量を比較することを目的として実施した。デリケートエリアの粘膜上部5cmの位置に捕臭剤としてモノトラップ (RGPS®D, GL Science) を縫い付けたショーツを被験者に装着させ3時間捕臭し、ガスクロマトグラフ質量分析装置による分析を行った。その結果、加齢臭として報告されてきた2-Nonenalは、これまで40歳未満の被験者から検出される例はほとんどなかったが、本研究では被験者の56%という高い確率で検出された。両群を比較すると、臭い成分ではないが皮膚表面保護機能を持つSqualeneが剃毛により未処理の場合の51.6%と大幅に小さくなることがわかり、健常な皮膚の状態を阻害する可能性として示唆された。

第5章. 衣服内熱水分環境では、被験者のショーツ内温湿度を計測し、さらに剃毛処理がショーツ内の熱水分環境に及ぼす影響について検討を行った。健康な22~32歳女性16名を対象に、剃毛群・未処理群の2群に分け、座位と自由行動の両条件下においてショーツ内の温湿度計測を行った、その結果、ショーツ内温度・湿度共に自由行動条件と比較し座位条件の方が、値が高くなる傾向があった。また剃毛群の方が、ショーツ内温湿度共に低い傾向があった。特に自由行動条件下におけるショーツ内相対湿度は、剃毛群が未処理群に比べて有意に低かった。

第6章. 剃毛と皮膚トラブルの関連性では剃毛が皮膚トラブルにどのような影響を及ぼすかについて、これらの関係性を解明することを目的として検討を行った。まず、健康的な皮膚状態をした上に皮膚トラブルを起こす障害因子を炙り出し、次に本研究対象であるデリケートエリアに起こるトラブルの実態を調査した。さらに、デリケートエリアの体毛処理実態

と皮膚トラブルの関連性を考察し、本研究結果と先行研究結果を照らし合わせて体毛処理と皮膚トラブルの関連性について検討した。

デリケートエリアを剃毛にすることにより、厚さが僅か0.2 mmの表皮を削り取っていくことになる。それにより皮膚細菌叢の分類学的多様性が増し、感染症等を誘発する病原性細菌が出現する可能性を示した。また、バリアの機能をもつLactobacillus 属の減少やSqualene が剃毛によって大幅に減少することにより認められ、皮膚表面を保護する機能が発揮しにくくなり感染抑制機能が低下し病原性がある細菌が増殖し皮膚トラブルの原因になることが示された。

第7章. 総括では、各章のまとめ及び本研究の結論を述べ、今後の課題及び展望を記述した。本研究は剃毛による体毛処理に焦点を絞り、皮膚表面菌叢、ショーツ内の体臭成分について被験者実験により実態を把握した。剃毛により皮膚細菌叢の多様性が増し、感染症等を誘発する病原性細菌が出現する可能性及び、バリアの機能をもつLactobacillus 属減少が認められた。ショーツ環境と皮膚トラブルの関連性では、剃毛によりSqualene が減少することによって、皮膚表面を保護する機能を発揮しにくくなることも示唆された。このように剃毛することによるデメリットが被験者実験によって明らかになった。陰部の健康トラブルを引き起こす原因になる可能性があるため、安易な剃毛は控えた方が良いと思われる。本研究では、剃毛を取り上げたが、他にも様々な脱毛方法があり、その影響については明白になっていない。今後はレーザー脱毛など他の体毛処理の影響について検討し、基礎的知見のさらなる充実をはかる。本研究をもとに、デリケートエリアを初めとする身体の有毛部位に配慮した、より快適な衣服の開発設計が促進されることを期待したい。

## 論文審査結果の要旨

本論文は、「衣服内の衛生環境に及ぼす体毛の有無の影響 - 皮膚細菌叢及び衣服内体臭成分分析の観点から -」と題し、全7章より構成され、各章の概要は以下の通りである。

第1章「序論」では、研究の背景および本研究の目的及び本論文の構成について記述されている。

第2章「アンケート調査」では、体毛処理に関するアンケート調査を実施し、その実態把握を行っている。その結果、最も頻繁に使用される体毛処理方法が剃刀による剃毛であることがわかった。また、専門サロンにおけるレーザー脱毛も一定の施術例があることがわかった。デリケートエリアの体毛処理について10% から 40% 程度が経験していると回答し、処理後の皮膚において、搔痒感、発生する体臭における変化を感じている回答者がいたことから、剃毛処理によって、皮膚常在菌叢や体臭成分に関する検討の必要性について論じられている。

第3章「皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響」では、デリケートエリアにおいて剃毛による皮膚常在菌叢のポピュレーションへ与える影響について検討した。健康な24~32歳の女

性7名を対象に、デリケートエリアの粘膜上部から5cm上の菌を拭き取り法により採取した。採集した細菌は16SリボソームRNA(16SrRNA)の一定領域のシーケンスを解析することにより菌種の同定を行った。デリケートエリアにおいては、健全なヒト皮膚細菌叢に一般的に検出される細菌と同様の菌種が全て検出された。剃毛群では未処理群より多くの菌種が検出され、多様性指数も高値を示していた。このことから、体毛を剃毛することにより皮膚表面の常在菌叢のポピュレーションにおいて何らかの変化が生じ多様性が向上したことが示唆された。また、剃毛群において病原性発現の可能性を有する菌種が検出され、さらに、皮膚の防御機能を補助し、腸管免疫・免疫寛容の調節作用を有する *Lactobacillus* 属が減少したことにより、感染防御機能が低下する可能性も示唆された。このように剃毛処理により健全な皮膚表面における細菌叢のポピュレーションにおいて変化が生じ、それまで保たれていた均衡が崩れ、皮膚トラブルを起こすトリガーとなった可能性があるとの新知見を示した。

第4章「体臭成分に与える体毛処理の影響」では、剃毛がデリケートエリアの体臭成分に及ぼす影響について検討を行っている。対象者は同様に剃毛群と未処理群の臭気成分の種類及び量を比較することを目的として実施した。デリケートエリアの粘膜上部5cmの位置に捕臭剤としてモノトラップを縫い付けたショーツを被験者に装着し3時間捕臭後、加熱脱着装置付加のガスクロマトグラフ質量分析装置による分析を行った。その結果、これまで加齢臭として40歳以上の中高年以上の男性からの検出が報告されてきた *trans-2-nonenal* について、本研究では体毛処理の有無にかかわらず被験者の56%という高い確率で若年層を含め検出された。両群を比較すると、皮膚表面保護機能を有する *Squalene* が剃毛により未処理の場合と比較して、検出例数が51.6%へと大きく減少しており、このことにより肌の奥機能が低下し肌の健康状態が悪化する可能性が示唆されている。

第5章「衣服内熱水分環境」では、被験者のショーツ内温湿度を計測し、さらに剃毛処理がショーツ内の熱水分環境に及ぼす影響について検討を行っている。健康な22~32歳女性16名を対象に、剃毛群・未処理群の2群に分け、座位と自由行動の両条件下においてショーツ内の温湿度計測を行った。その結果、ショーツ内温度・湿度共に自由行動条件と比較し座位条件の方が、高値を示す傾向があり、剃毛群の方が、ショーツ内の温湿度共に低い傾向があった。特に、自由行動条件下におけるショーツ内相対湿度は、剃毛群が未処理群に比べて有意に低いことなどが示されている。

第6章「剃毛と皮膚トラブルの関連性」では剃毛が皮膚トラブルにどのような影響を及ぼすかについて、これらの関係性を解明することを目的として検討を行った。まず、健康的な皮膚状態を明らかにした上で、皮膚トラブルを起こす障害因子を追究し、次に本研究対象であるデリケートエリアに起こるトラブルの実態を調査した。さらに、デリケートエリアの体毛処理実態と皮膚トラブルの関連性を考察し、本研究結果と先行研究結果を照らし合わせて体毛処理と皮膚トラブルの関連性について検討した。デリケートエリアを剃毛にすることにより、厚さが僅か0.2mmの表皮を削り取っていくことになる。それにより皮膚細菌叢の分類学的多様性が増し、感染症等を誘発する病原性細菌が出現する可能性を示した。また、バリアの機能をもつ細菌 *Lactobacillus* 属や *Squalene* の成分が剃毛によって大きく減少しており、皮膚表面を保護する機能が発揮しにくくなり皮膚トラブルの原因になることが示されて

いる。

第7章「総括」では、各章で得られた結果が総括され、本研究の結論を述べるとともに、今後の課題及び展望が記述されている。

これを要するに、本論文は、女性のデリケートエリアにおける剃毛による体毛処理に着目し、剃毛が皮膚表面細菌叢のポピュレーションにどのような影響を与え、さらにショーツ内の体臭成分にいかなる変化をもたらすかを、被験者実験から検討を試み、剃毛処理によって皮膚細菌叢の集団が多様化し、皮膚の有益菌である *Lactobacillus* 属の減少と病原性細菌の発現増大が見られることを明らかにしている。これらの成果は、剃毛処理が皮膚の衛生管理の向上をもたらすということに関するエヴィデンスは見当たらず、むしろ多様な皮膚トラブルを招き兼ねないという新知見を示したものであって、皮膚の衛生管理及び被服環境学上貢献するところ大である。よって本論文は博士（被服環境学）の学位論文として十分価値あるものと認められる。