

博士学位論文

# 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－

文化学園大学大学院

生活環境学研究科被服環境学専攻

危 希曦

2021 年 1 月

Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy

**Effects of body hair shaving on skin hygienic  
environment in clothing.**

**- From the viewpoint of skin bacterial flora and body odor  
components in clothing-**

**Xixi Wei**

**Department of Clothing Environment  
Graduate School of Life Environment Research  
Bunka Gakuen University  
Tokyo, Japan**

**January, 2021**

PH. D. Thesis

## Effects of body hair shaving on skin hygienic environment in clothing.

- From the viewpoint of skin bacterial flora and body odor  
components in clothing-

Xixi Wei  
Department of Clothing Environment  
Graduate School of Life Environment Research  
Bunka Gakuen University  
Supervised by Prof. Ph. D. Nobuo Nagai

## Abstract

Hair treatments, once a summer business, have increased year-round with the rise in beauty awareness among young women. On the other hand, there have been complaints that the residual sweat on the body's surface increases the discomfort caused by depilation, as well as symptoms in the pubic region such as dampness, itching, peculiar smells, eczema, etc. The impact of hair removal on the skin and the climate inside clothes is also concerning. However, to this day, research about body hair as part of the skin and the relationship with clothes known as "second skin" has been particularly rare. The research on the influence

of body hair on human health is insufficient.

The available research on the distribution and characteristics of body hair is recorded in a paper by the Department of Anatomy in the Ministry of Medicine in Japan; however, this research is 50 years old. Asia currently lacks research on the trends and influences of body hair treatment in modern society. In addition, in the field of Interior environment of clothes, there are few research reports on underpants, which are indispensable in daily life. In the development of underpants, research on the internal environmental change caused by the existence of body hair has not been carried out. In this experiment, we divided the subjects into two groups; those with all body hair removed from the pubic region, and those with no hair treatment. First, we measured the number of skin bacteria. Then we identified the bacteria and analyzed the percentages of differing strains within the sample. Then the resident skin flora differences between the hair-removal-group and the non-removal-group were analyzed. Next, we measured the chemical composition of the inner underwear odor, assessed the overall trend of the whole sample, and compared the results of the hair-removal-group and non-removal-group. Last , we measured the temperature and humidity inside the underwear, assessed the overall trend of the whole sample, and compared the hair-removal-group and non-removal-group.

The accumulated data of the two groups details the temperature and humidity inside the underwear, the proliferation of odor-causing and/or unhealthy bacteria, and analyzes the function and influence of pubic and body hair on health. Our research considers how to solve the various afflictions suffered by hair-removal participants, such as itching, odor, and rash.

This paper consists of seven chapters. The summary of each chapter is as follows

#### Chapter 1. Introduction.

Describes background research, principles and theories detailed in previous literature, the purpose of our research, and the composition of the paper.

#### Chapter 2 Questionnaire investigation.

The questionnaire survey on body hair treatment was carried out and the actual



situation was mastered. The results showed that the most frequently used method of body hair treatment was shaving with razor, and a certain proportion of it was laser hair removal. In addition, about the treatment of pudendal body hair, 10% to 40% of the people answered that they had such experience, and some of them answered that they had experienced itching and other skin problems. Therefore, the treatment of pudendal hair shaving is related to the climate in the clothes, the flora in the skin, and the composition of body odor.

### Chapter 3. Resident Skin Flora.

Discusses the effect of hair treatment on the pubic skin bacteria. In this experiment, 7 healthy women aged 24-32 were selected as the subjects. We collected bacteria from more than 5cm of prepuce from the pubic region via 'wiping inspection'. The bacteria we collected were identified as 16S rRNA. As a result, we detected bacterial genera which is frequently found in human pubic skin. More bacteria was detected in the hair-removal-group than the non-removal-group, and the diversity index was relatively high. Body hair treatment increased the species diversity of skin bacteria. Further research needs to be done to eliminate the possibility that the strains in the hair-removal-group are prone to pathogenic types of bacteria. *Lactobacillus*' ability to function as a skin protector and intestinal immune regulator decreased. This suggests that the infection inhibiting abilities of good bacteria may be reduced. There is a possibility that hair treatment can destroy the balance of healthy resident skin flora; therefore, causing the potential for skin conditions.

### Chapter 4. Body Odor in Underwear.

Considering the influence of hair treatment on pubic-body-odor-composition. The subjects were 11 healthy women aged 23-32. The purpose of this study is to compare the differences in body odor chemical types and quantities between the hair-removal-group and the non-removal-group. Body odor was collected in subject underwear after 3 hours use. The odor was collected near the prepuce by monotrapp RGPS. Body odor chemical components were analyzed by GC/MS 'gas chromatograph mass spectrometer'. As a result, more chemical components were detected in the hair-removal-group than the non-treatment-group. Comparing the

average peak area values of the two groups' squalene, the hair-removal-group contained only 51.6% of the squalene found in the non-removal-group. This suggests the possibility that the skin surface protecting function that squalene provides will be reduced. No difference in body odor chemicals between the two groups was noted. The effect of body odor reduction due to hair treatment in the pubic region has not been verified.

According to a previous paper, 2-nonenal has never been detected from subjects under 40 years old. But from the subjects of this study, they were checked with a high probability of 56%. However, the difference due to the influence of hair treatment cannot be checked.

#### Chapter 5 Microclimate within Clothing.

We conducted an experiment by measuring the temperature and humidity inside the underwear of the subjects.

The influence of hair treatment on the microclimate within the underwear was evaluated. The subjects included 16 healthy women aged 22-32. They were divided into two groups; a hair-removal-group and non-removal-group. The temperature and humidity measurements inside the underpants were carried out under two conditions; an upright 'sitting-posture' and a 'free-posture' in which participants were able to relax or move about.

According to the results, there was a tendency for the underwear temperature and humidity in hair-removal-groups to decrease. The results of the data also indicated that the internal temperature and humidity was higher in the 'sitting-posture' underwear than that of the 'free-posture' underwear. The 'free-posture-hair-removal-group' underwear's relative-humidity tended to decrease due to free-posture.

#### Chapter 6. The Relationship Between the Hair shaving of Pubic and Skin Conditions.

We investigated human skin structure and function, and from the literature we extracted the causes of trouble in healthy skin. We then investigated the relationship between body odor and resident skin flora after shaving.

Shaving the participants cuts the epidermis at a thickness of 0.2mm. As a result,

biodiversity increases and the possibility of infection, as well as other symptoms, due to pathogenic bacteria emerge. In addition, it was confirmed that the protective functions of *Lactobacillus* and Squalene, which were protected by body hair, were significantly reduced. The function of protecting the skin surface becomes difficult and results in an increased risk of infection. This suggests that the growth of pathogenic bacteria is the cause of skin conditions.

#### Chapter 7. Summary.

The summary of each chapter and the conclusion of this study, it also describes future research and prospects.

This study focuses on shaving as a means of hair treatment, According to the subjects' experience, we know the actual situation of resident skin flora and the body odor composition inside of underwear. The diversity of resident skin flora species increased due to shaving. Infection and other symptoms rise in possibility due to the emergence of pathogenic bacteria. In addition, it was confirmed that the protective function of the *Lactobacillus* genus was significantly reduced. The relationship between the inner environment of underwear and skin trouble suggests that although people can not smell an odor, the reduction of squalene caused by shaving makes the protective function of skin more difficult. The subject results in the experiment makes a case for the demerits of shaving. Because shaving may increase the risk of pubic skin conditions, we suggest user caution. In this study we researched shaving, but there are various hair treatment methods that have not been investigated thoroughly. In the future, we will study the influence of other body hair treatment methods such as laser hair removal in order to further enrich the data. Based on this study of the pubic region, we hope to develop more comfortable clothing for other regions affected by androgenic hair.

## 目次

第1章. 序論	1
1.1 緒言	1
1.2 背景	3
1.2.1 体毛処理の歴史	3
1.2.2 デリケートエリアにおける体毛処理	4
1.2.3 衣服内環境	4
1.2.4 デリケートエリアの皮膚汚れ	5
1.2.5 皮膚常在菌	7
1.2.6 デリケートエリアのニオイ	8
1.2.7 皮膚トラブル	10
1.3 本論文の目的並びに構成	14
引用文献・参考文献	16
第2章. アンケート調査	21
2.1 緒言	21
2.2 女子大学生対象アンケート(アンケート1)	21
2.2.1 調査方法	21
2.2.2 結果	24
2.3 文化祭来場者対象アンケート(アンケート2)	38
2.3.1 調査方法	38
2.3.2 結果	40

2.4 考察	60
2.5 まとめ	63
引用文献・参考文献	64
第3章. 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響	65
3.1 緒言	65
3.2 実験方法	69
3.2.1 被験者	69
3.2.2 実験手順	70
3.2.3 菌体採取方法	72
3.2.4 細菌種の同定方法	73
3.2.5 実験期間	75
3.2.6 統計的解析	76
3.3 結果	76
3.3.1 全検体結果	76
3.3.1.2 全検体における平均占有率1%以上の菌種	77
3.3.2 体毛処理/未処理群比較	79
3.3.2.1 菌種の多様性	79
3.3.2.1.1 菌種数	79
3.3.2.1.2 多様性指数	80
3.3.2.1.3 各菌種の検出率	83
3.3.2.1.4 体毛処理/未処理群別検出された菌種	85
3.3.2.1.5 体毛処理/未処理群別検出された属	89
3.3.2.2 両群に属する同一被験者結果	90

3.3.2.2.1	各検体の上位 50 菌種中、被験者の過半数から検出された菌種	90
3.3.2.2.2	両群に属する同一被験者における 体毛処理/未処理の細菌叢の比較	92
3.4	考察	95
3.5	まとめ	98
	引用文献・参考文献	99
第4章	体臭成分に与える体毛処理の影響	114
4.1	緒言	114
4.2	実験方法	121
4.2.1	匂い成分解析原理	121
4.2.2	被験者	124
4.2.3	実験方法	126
4.2.4	匂い成分採取方法	128
4.2.5	定量分析方法	129
4.2.6	実験期間	130
4.2.7	統計的解析	130
4.3	結果	131
4.3.1	定性分析結果	131
4.3.1.1	対象臭い成分の検出率	131
4.3.1.2	全被験者匂い成分ピーク面積結果	132
4.3.1.3	体毛処理/未処理群検出されたニオイ成分別平均ピーク面積	134
4.3.1.4	両群に属する同一被験者検出されたニオイ成分別平均ピーク面積	135
4.3.2	定量分析結果	142

4.3.2.1 未処理群の定量分析結果	142
4.3.2.2 処理群と未処理群の比較	143
4.4 考察	146
4.5 まとめ	149
引用文献・参考文献	151
 第 5 章. 衣服内熱水分環境	 154
5.1 緒言	154
5.2 実験方法	156
5.2.1 被験者	156
5.2.2 実験手順	158
5.2.3 データ収集方法	159
5.2.4 実験期間	161
5.2.5 統計的解析	161
5.3 結果	162
5.3.1 剃毛群/未処理群別ショーツ内温度	162
5.3.2 剃毛群/未処理群別相対湿度	169
5.3.3 両群に属する同一被験者結果	176
5.4 考察	179
5.5 まとめ	181
引用文献・参考文献	183
 第 6 章. 剃毛と皮膚トラブルの関連性	 184

6.1 緒言	184
6.2 人の皮膚	185
6.2.1 ヒトの皮膚構造	185
6.2.2 ヒトの皮膚機能	186
6.2.3 皮膚トラブル	187
6.3 体毛処理の実態	189
6.4 アンケート調査概要	194
6.4.1 調査方法	194
6.4.2 結果及び考察	195
6.5 被験者実験	199
6.5.1 被験者実験概要	199
6.5.2 剃毛とショーツ内環境の季節との関連性	200
6.5.3 衣服内熱水分環境変化が皮膚表面菌叢に及ぼす影響	202
6.5.4 皮膚表面菌叢と皮膚トラブルの関連性	204
6.5.5 剃毛後ショーツ内の匂い成分と皮膚トラブルの関連性	205
6.6 まとめ	205
引用文献・参考文献	207
第7章. 総括	209

謝辞



## 第 1 章. 序論

## 第1章. 序論

### 1.1 緒言

著書「裸のサル」(The Naked Ape)の作者イギリスの動物学者デズモンド・モリスによると、猿は体毛を失くしてヒトになった。最新の研究では、森から草原に出たヒトの祖先は、食べ物を求めて長距離を歩いたり走ったりするようになり、体温の急上昇による「脳死」の危機を避けるために体毛を退化させたと言われている<sup>1)</sup>。しかし、霊長類のうち人類だけ体毛の殆どが薄くなっているのに、逆に陰毛が発達しているのは何故なのか等、体毛や陰毛の起源や役割については解明されていないことが多い。

近年、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。その背景としては、雑誌・テレビ等において様々なムダ毛処理方法が紹介されるなどの影響もある<sup>2)</sup>。若年女性における、体毛処理に対するニーズの高さを裏付ける調査資料として、矢野経済研究所がまとめた「エステティックサロン市場に関する調査結果 2018」がある。それによれば、2014年から2019年度(当時見込み)のエステティックサロン市場の規模は、事業者売上高ベースで3500億円前後の高い水準で推移している(Fig.1-1)。そのうち、脱毛市場の売り上げは、2018年度で1,500~2,600億円であり、少なくともエステティックサロン市場全体の4割以上を占めるという調査結果(Fig.1-2)が報告されている。脱毛専門サロンの事業拡大で市場が活性化し、医療施設と競合状態にあることも手伝って全国レベルでの出店が急速に加速している。また、並行する形で業界団体による脱毛機器の安全性・適合性審査や、講習会による脱毛技術習得の徹底化を図る動きも進んでいる。サロン機器卸大手も脱毛機器を開発し、市場に本格参入するなど拡大

を続ける脱毛市場の動向が昨今注目されている。



矢野経済研究所調べ

注1. 事業者売上高ベース

注2. 2018年度見込値、2019年度予測値

注3. エステティックサロン市場には、国内の店舗型エステティックサロンで提供する施術(美顔・痩身・ボディ脱毛、メンズエステ)と付帯する物品販売・その他サービスが含まれる。

なお、セルフエステ、訪問エステ、理美容エステ、メディカルエステなどは対象外としている。

Fig. 1-1 Esthetic salon market scale transition <sup>3)</sup>



Fig.1-2 2018 hair treatment market sales<sup>4)</sup>

この脱毛市場において、近年女性の関心を集めているのが、VIO脱毛（デリケートエリアの体毛処理）である。2019年株式会社ウルクスが20代～50代女性221名に対し、VIO脱毛に関する意識を調査した結果では、20代では半数に近い46.9%が既にVIO脱毛を行っているという回答であった。また、まだVIO脱毛を行っていないが興味があるという層も45.8%おり、92.7%もの20代女性が、VIO脱毛に対して高い興味関心を持っていることが分かった。

その一方で、除毛により腋窩や一般体表面では残留汗量の増加に伴う不快感を、デリケートエリアでは蒸れ、かゆみ、匂い、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<sup>5)</sup>。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、剃毛の有無が身体・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。そこで本研究では、デリケートエリアの剃毛の有無が衣服内環境に及ぼす影響を明らかにするとともに、体毛処理と皮膚トラブルの関連性について検討する。

## 1.2 背景

### 1.2.1 デリケートエリアの体毛

本研究においてデリケートエリアの体毛はヒトの陰部（生殖器）周辺に生えている毛を指す。具体的にはVライン（ビキニライン）、Iライン（陰部の両側）、Oライン（肛門周辺）の体毛のことである。S Žukauskaitėらが行った7.0~11.6歳の1231人の女子生徒を対象とした調査によると、陰毛発育の平均発症年齢は11.0歳である。また、陰毛は一般に縮れ毛であり、陰部に集中して発毛する。陰毛の濃さ、面積等は個人差が大きい。頭髪と同じく、加齢等によって毛の色が白くなる事もある。生殖器周辺のみにはしか発毛しない人がいる一方で、臍の辺りから臀部まで生える人もいる<sup>6)</sup>。日本では白倉毅が行った調査結果よ

ると、本実験の被験者である 22~32 歳の女性の陰毛は、長さ 1.0 cm~6.6 cm（平均値 4.05 cm）、太さは  $30\text{ }\mu\text{ m}$ ~ $149\text{ }\mu\text{ m}$ （うち 60%以上の被験者は  $90\text{ }\mu\text{ m}$ ~ $119\text{ }\mu\text{ m}$ 、平均値は  $103.5\text{ }\mu\text{ m}$ ）であり、横断面の形状は円形・楕円形・卵円形・梨状・腎臓形・三角形・四角形(不定型)の 7 型が観察された。<sup>7)</sup> 密度についての報告例はなく、その原因として陰毛の分布部位及び占有面積に個人差があるため、平均的な密度を求めるのが困難であることが考えられる。

### 1.2.2 デリケートエリアにおける体毛処理

デリケートエリアの体毛処理は、今は世界中の男女問わず生活習慣になりつつある。<sup>8)</sup>、<sup>14)</sup>この傾向は、メディアの報道と現代社会が魅力に対する定義が性器の清潔さに繋げることによって推進されたと考えられる。<sup>9)・1)</sup>、<sup>14)</sup>デリケートエリアの体毛処理は性器自己像および性的応答のより高いレベルに関連付けられている。<sup>12)・14)</sup>

### 1.2.3 衣服内環境

本研究において、衣服内環境とは衣服と肌の間における温度、湿度、空気中のにおい成分、微生物環境を指す。衣服は、ヒトと外界との境界面である“第二の皮膚”であり、ヒトに最も身近な環境を形成する。<sup>15)</sup>この衣服は、外に向けては個性・美の表現ならびに社会規範の表現により、社会的に認知され、社会環境に適応する手段としてその機能を果たしている。もちろん外に向くだけでなく、内側の人体に向けては、旧来より皮膚や人体を寒さ、暑さ及び機械的外力から保護し、自然環境に適応する手段と考えられている。

われわれが目指す快適な衣服内環境では、ヒトの物理的要望と心理的要望を満たす必要があると考えられるが、本研究ではその物理的要望に注目した。物理的要望として衣服内環境における快適性に着目した。人体の外部情報は感覚器により得られる。現在解明され

ているヒトの感覚器は大きく分けると視覚、嗅覚、味覚、聴覚、および触覚などに関する感覚器と言われている。本研究ではこれらのうちで、嗅覚器で読み取れるニオイとこれに影響を与えると考えられる皮膚の細菌叢、またニオイ及び細菌叢に関わる温湿度環境に注目した。

#### 1.2.4 デリケートエリアの皮膚汚れ

デリケートエリアの主な皮膚の汚れは他の部位と同様汗、皮脂、角質片に加えて、生理的出血（経血）、排泄物に由来すると考えられている。

汗では分泌する汗腺によってエクリン腺とアポクリン腺の二種類分けられることが知られている。エクリン腺では皮膚表面に分布するに対して、アポクリン腺は関連した毛嚢に分布する。主に体温を調節する役割を持っている。<sup>16-18)</sup>アポクリン腺は、腋窩、肛門性器領域、外耳道と外陰部などに存在する。性ホルモンの影響を受け、芳香腺としての機能をもつ。<sup>16-18)</sup>

エクリン腺から分泌される汗の成分は 99%水であり。他に乳酸塩や尿素、多様なミネラルも配分されている。<sup>19)</sup>有機物を多く含むアポクリン腺から分泌される汗は粘稠性で無臭であるが、皮表に出ると常在細菌によって糖蛋白や脂質などが分解され、臭気を帯びるようになる。腺の発達が性ホルモンと関係していることから、性機能との関連が考えられている。<sup>20)</sup>

脂腺（sebaceous gland）は皮脂（sebum）を産生する器官である。皮脂はワックスエステル、トリグリセリド、脂肪酸などより構成される。また、皮表において汗などの水分と

混合、乳化し、表面脂肪酸を形成して皮表をコーティングする（皮表膜）。この膜は pH4 ～ 6 の酸性を示し、殺菌作用を有する〔酸外套（acid mantle）〕。このように皮表膜と遊離脂肪酸によって、有毒物質の侵入と感染を防御するのが、皮脂および脂腺の重要な働きの一つである。また皮脂は皮膚の不感蒸泄の抑制や保湿作用を有し、角層の水分保持に役立っている。脂腺は手掌や足底を除く全身の皮膚および一部の粘膜に分布し、多くは毛に付属する器官として毛包上部に開口する。発達した脂腺が多数集まった部位を脂漏部位（seborrheic zone）直導管（straight duct）分泌部毛エクリン汗腺毛脂腺独立脂腺アポクリン汗腺コイル状導管（coiled duct）表皮内導管（acrosyringium）直導管（straight duct）<sup>20-23)</sup>。

角質層（stratum corneum）は脱核し死んだ角化細胞は膜状となり、落ち葉を敷きつめたように重層化する。表層から順にいわゆる“垢”として剥がれ落ちる。手掌足底では角層がきわめて厚く、その直下に透明層（stratum lucidum）を有する。角層細胞は扁平で、細胞質内は凝集したケラチン線維で満たされている。顆粒層の直上で細胞形態が消失し、好酸性の層状構造をとるようになる。さらに上層では膜状構造へと変化する。電子顕微鏡観察では、高電子密な線維間物質と低電子密なケラチン線維のコントラストが明瞭で、これをケラチン模様（keratin pattern）と呼ぶ。また、角層細胞には通常よりも厚い細胞膜が存在し、その内側には周辺帯（cornified cell envelope, marginal band）と呼ばれる裏打ち構造が観察される。周辺帯を構成する蛋白は物理的および化学的刺激に対して非常に安定であり、細胞膜を補強する役割を果たしている<sup>20)</sup>。

月経周期は卵巣の機能的な臭気的变化とそれにより引き起こされる子宮内膜の周期的変化である。排卵後黄体期に入ると子宮内膜が厚くなり、その後着床しない場合には子宮内膜の剥離・脱落と出血という月経が起こる。月経期の出血は経血と言われ、成分は主に血

液、子宮内膜組織などである。<sup>23-24)</sup>

排泄物とは食べ物が消化器官で完全吸収されていない食物の残りかすが大腸を通過し、肛門から固体または半流体である糞及び液体である尿の形態で体外に排出されたものを指す。<sup>22)</sup> 糞の 75%は水分のほか、蛋白質、無機物、脂肪、ビタミン K、ビタミン B、食物繊維、脱水した消化液及び腸壁から脱落した細胞と腸内細菌の死骸と言われている。<sup>22)、23)</sup>

腎臓は大量の血液を受け、尿中に不要な物質を排泄している。尿は輸尿管を経て膀胱から排出された液体代謝物である。成分は水が 96%-97%を占め、その他は尿素、尿酸、クレアチニン、アンモニアなどを含む。<sup>22)、26)</sup>

#### 1.2.5 皮膚常在菌

皮膚表面 (Fig. 1-3) の皮脂腺開口部には、多数の微生物が生存していることが明らかにされている。これらの微生物のうち、常に高頻度で検出される数種の細菌や酵母は、皮膚常在菌と呼ばれている。この常在菌は、皮膚上の物質(皮表脂質、アミノ酸等)を生育のための栄養源としており、宿主が正常な状態であれば病原性を示さず、むしろ外部からの病原菌の侵入を防ぐ一種のバリアー機能を果しているといわれている。<sup>26)</sup>つまり皮膚常在菌叢は、微生物と皮膚との相互作用と微生物間の相互作用という二つの相互作用のうえに成立していると考えられる。<sup>27)-33)</sup>しかし、デリケートエリアに限定した皮膚常在菌に関する研究は乏しく、この部位の体毛と皮膚常在菌との関係は明らかにされていない。



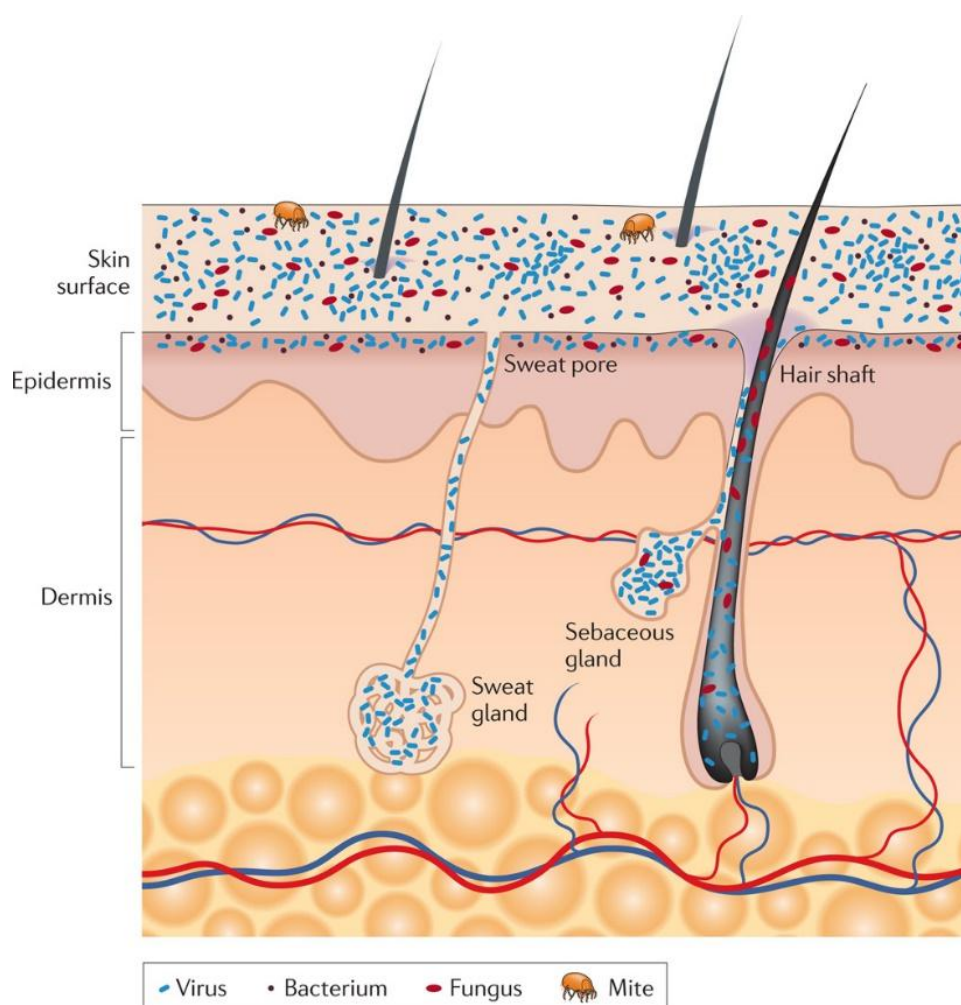


Fig. 1-3 Schematic of skin histology viewed in cross-section with microorganisms and skin appendages<sup>33)</sup>

### 1.2.6 デリケートエリアのニオイ

ショーツ内のニオイ成分はショーツ本来のものと環境に存在するものを除くと、皮膚ガスおよび腸内ガスの二種類に大きく分類される。皮膚ガスとは人体から放出される揮発性有機化合物（VOC）（沸点範囲が 50-100～240-260℃）<sup>34)</sup> であり、その中でヒトに感知される一部が体臭と呼ばれる。その成分の由来は糖質、蛋白質、脂肪などの代謝物、体外の空気や食事などを通じて体内に取り込んだもの及び皮膚表面に起こる微生物的・化学的反

応の生成物などから構成される。皮膚ガスは血液や汗腺、皮脂腺から空気中に揮発される。

また、皮膚ガスを構成する成分は個人差が激しく、生活行為や生活環境などの要因に影響される。<sup>35-41)</sup>腸内ガスは腸内細菌の活動による発生するガスのことである (Fig. 1-4) 。シ  
ョーツ内の腸内ガスは肛門から排出されたおならの主成分と思われる。

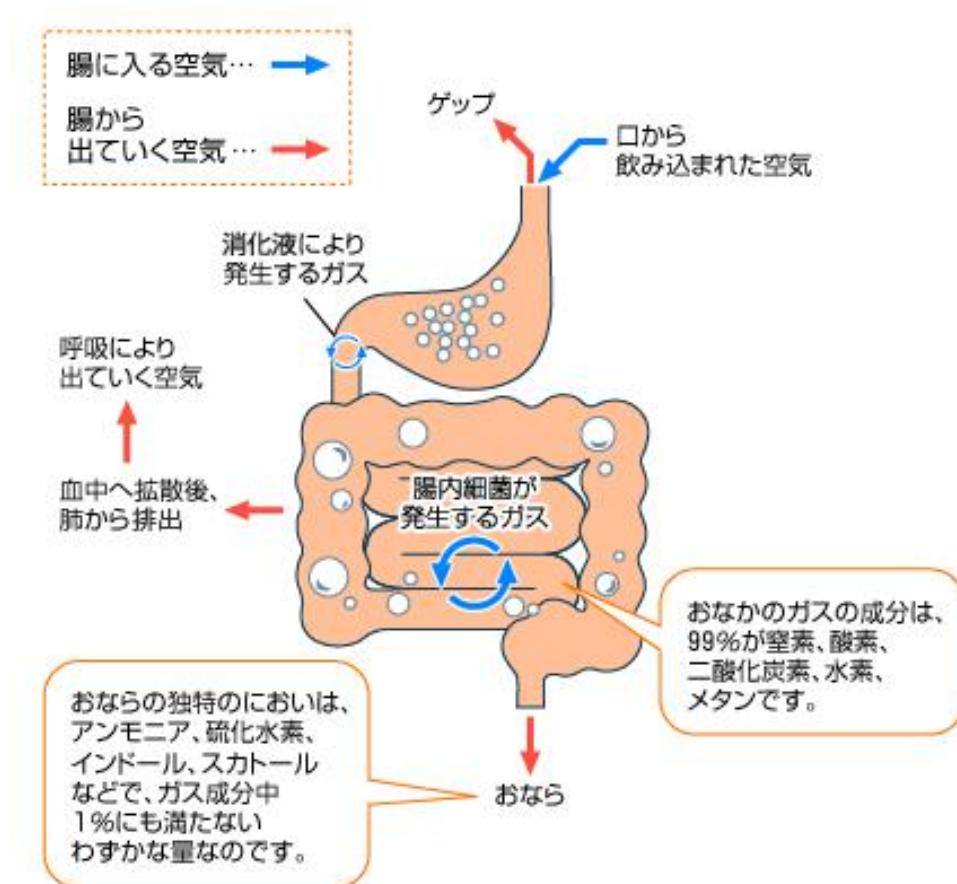


Fig. 1-4 Intestinal gas<sup>42)</sup>

### 1.2.7 皮膚トラブル

脱毛市場の成長に伴い、脱毛エステの施術による消費者被害も年々増加している。1997年に国民生活センターが「脱毛エステにご注意」という公表を行った。その内容は、「1990年4月以降に全国の消費生活センターに寄せられた脱毛エステによる身体被害情報は735件である(97年7月21日までの入力分)。年度別件数をみると、92年度の159件をピークに数年間減少傾向が続き、95年度には75件にまで減少したが、96年度になって129件（前年度比172%）と急増した。」というものである。1990～1997年に消費生活センターに寄せられた身体被害の苦情内容は腫れ、色素沈着、カブレなどの皮膚障害が607件で、8割以上を占める。次いで多いのは熱傷57件である。その他はしびれ、擦り傷、感電などさまざまな症状である。被害を受けた部位は大腿149件、胸部・背部139件、次いで腕・肩131件である。被害の程度がわかっている508件のうち、医師にかからなかった事例が280件と最も多いが、医師の治療を受けた事例が228件あり、治療期間が1ヶ月を越える事例も68件(13.4%)ある。被害の内容としては、痛みを訴える事例が 213件と多く、腫れ(131件)、化膿(45件)の他、炎症などを起こして色素沈着や毛穴の陥没などが残ったという事例もあり、その中には治療しても治癒しなかったという苦情もあった。また、指先等に痺れが起きた(12件)、皮膚がケロイド状になった(3件)、肝炎が疑われる(3件)などの重篤な事例もあった。近年でも、消費生活センターに寄せられるエステ業界全般に関する苦情のうち、「脱毛エステ」に関するものが極めて多い (Fig.1-5)。一方、脱毛エステを利用せず、家庭で剃刀、ピンセット、市販脱毛器、脱毛クリーム等を使用して脱毛したことによる皮膚トラブルも多く報告されている。

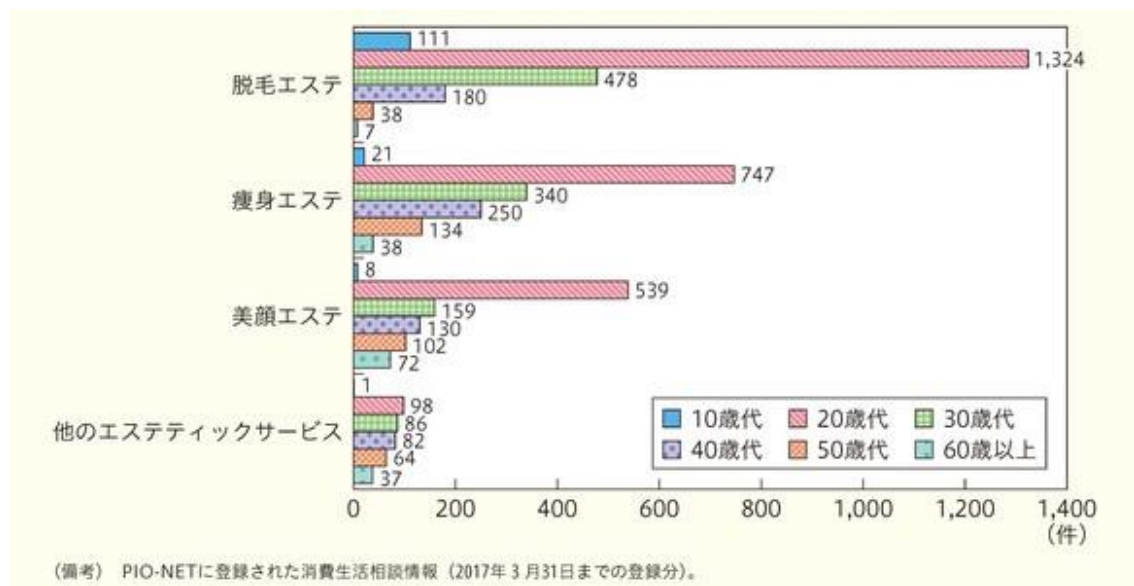


Fig.1-5 Number of consultations regarding the Consumer Affairs Agency and beauty salon services <sup>43)</sup>

デリケートエリアに注目すると、小林製薬が2016年に実施した、20～40代の女性6,000名を対象としたアンケート調査の結果 (Fig.1-6) では、対象者の52%がデリケートエリアにトラブルを抱えていることが分かった。トラブルの種類は痒み、ニオイ、ムレ、かぶれが上位を占めていることが分かった。

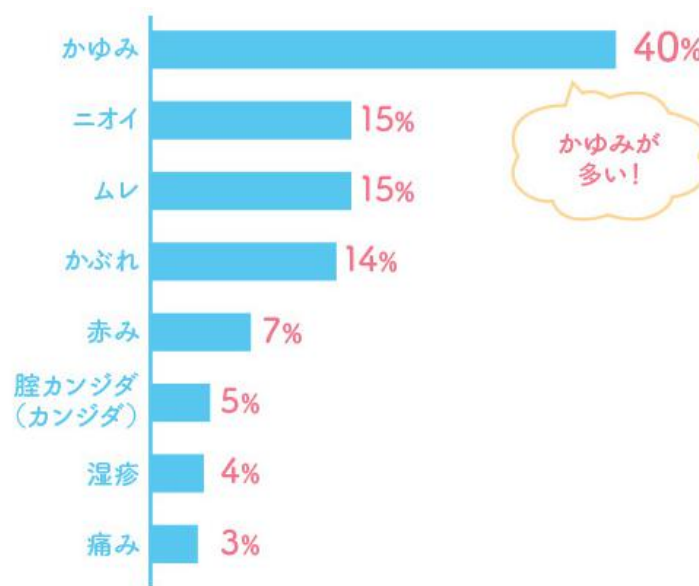


Fig.1-6 Trouble in the genital area<sup>44)</sup>

また、2014年に Scott M. Butler らがアメリカ国内の大学生 1,110 人(女性 60% (n=671)、男性 40% (n=439)、平均年齢 20.3 歳(中央値=20、標準偏差=2.02))を対象に実施した陰毛嗜好、除去の理由、および関連する性器症状に関する調査では、過去 4 週間に少なくとも 1 回は陰毛を除去した女性は 82%、男性は 49%であった。また、被験者の 80.3%に陰毛を処理することによる性器掻痒の経験があると報告されている。

デリケートエリア以外の身体部位の体毛処理と皮膚の状態に関する先行研究としては、皮膚に炎症や肌荒れを起こす、<sup>45)</sup>腋窩部細菌叢の相違が異なる体臭をもたらす<sup>46)</sup>、術前除毛前後で皮膚細菌叢に変化が無く、創部感染予防を目的とした術前除毛処理は不必要である、<sup>47)</sup>腋窩部脱毛によりニオイが軽減する<sup>48)</sup>などの報告があった。

### 1.3 本論文の目的並びに構成

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、現代社会において、アジア人を対象に体毛処理の動向とその影響について検討した事例は乏しい。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剃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剃毛群及び体毛に人工的な処理をしていない未処理群の二群に分けて実験を行う。まず、皮膚表面菌の計測と、菌種の同定を行い、全検体に共通して検出された菌種とその菌がそれぞれの検体から検出した細菌のポピュレーションを分析検討する。また、剃毛群と未処理群の皮膚表面菌について相違点を分析検討する。次いで、ショーツ内のニオイ成分を測定し、全検体のニオイの傾向把握および剃毛群の比較を行う。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剃毛群の比較を行う。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、ニオイ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・剃毛の有無が健康に及ぼす影響についての考察から、消費者を悩ませてきたデリケートエリアの痒み、ニオイ、かぶれ、蒸れ感などの解決に向けた検討を行う。さらには体毛の意義について学術的な議論の一助とすることが目的である。

本論文は以下 7 章により構成される。

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した。

第 2 章アンケート調査では、女子大学生及び本学文化祭来場者を対象とする 2014 年 10

月～12月に2回行われた2つのアンケート調査によって、体毛処理に関する頻度、方法、その皮膚変化の体験等を調査し、その実態を把握した。

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の有無による皮膚常在菌への影響および痒み、ニオイなどの健康問題解決に向けた検討を行った。健康な24～32歳（平均年齢 $27.3 \pm 4.7$ 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上の正中線周辺の $9\text{cm}^2$  ( $3\text{cm} \times 3\text{cm}$ )から菌を採取した。採集した細菌は16S rRNA解析により皮膚トラブルと関連が深いと考えられるデリケートエリアの皮膚常在菌叢を構成する細菌の同定、定量を行った。さらに、体毛処理による皮膚常在菌叢への影響を検討するため、剃毛群及び体毛未処理群の菌量、多様性、菌種を比較検討した。

第4章. 体臭成分に与える体毛処理の影響では、体毛の処理がデリケートエリアのニオイ成分に及ぼす影響について検討を行った。健康な23～32歳（平均年齢 $26.1 \pm 5.91$ 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に実験を行った。デリケートエリアの粘膜上部5cmの位置に捕臭剤RGPS®TD(GL Science)を縫い付けたショーツを被験者に装着させ、3時間サンプリングを行った。その後、ガスクロマトグラフ質量分析装置により、本実験部位から発生するニオイ成分の定性分析を行った。検出された成分のうち、ヒトの嗅覚細胞が授受可能なニオイ成分である5種のアルデヒド系化合物に注目し、剃毛群と未処理群の検出率を比較した。また、ニオイ成分の他に、皮膚のバリアー機能に関わる皮表脂質のスクアレンについても、剃毛群・未処理群間の検出率の相違を検討した。さらに、これまで中高年男性に特有の加齢臭として注目され、若年層では見られないとされてきた2-ノネナールの定量分析を行い、両群の違いについて検討した。

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、さらに体毛処理がシ

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。超小型温湿度ロガー TSDL-HT3（株式会社テクノサイエンス社製）のセンサーを透湿防水布で包み、測定部位の粘膜上部から 5 cm 位置のショーツ側に縫いつけ、このショーツを被験者に着用させて、ショーツ内の温度・相対湿度・絶対湿度の計測を行った。健康な 22~32 歳女性 16 名を対象に、剃毛群・体毛未処理群の 2 群に分け、座位と自由行動の両条件下において計測を行い、その結果を両群・両条件別に温度・相対湿度・絶対湿度項目ごとに比較検討した。

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観察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を試みた。

第 7 章総括では、各章のまとめ及び本研究の結論を述べ、剃毛の有無が衣服内環境に及ぼす影響と今後の課題及び展望を記述べした。

なお本研究における被験者実験は文化学園大学研究倫理委員会の審査を受け、実施した。

（承認 No : S17A01）



1. NINA G. JABLONSKI; The Naked Truth; JOURNAL ARTICLE; 302. 2; 42-49  
(2010)
2. 神山 進、牛田 聡子、栢田 庸 ; 自己と被服との関係 (第 2 報) ～身体ならびに自分に対する満足—不満感と被服～, 繊維消費誌;28.2; 38～84(1987)
3. 2018 年度のエステティックサロン市場規模は前年度比 100.2%の 3,587 億円の見込み～大手を中心に集客効率を重視した店舗の整理統合・既存店強化で収益性を向上～ ; 矢野経済研究所情報 [https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2145](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2145) ,(2019 年 12 月 11 日査閲)
4. 矢野経済研究所 ; 2019 年版 エステティックサロンマーケティング総鑑(2019)
5. 神川 康子、尾島 佳子、木村 美可ら ; 生理用ナプキンの着用感が心身に与える影響 ; 日本生理人類学会誌、Vol.14 No.4 15～21(2009)
6. Zukauskaitė S, Lasiene D, Lasas L, Urbonaitė B, Hindmarsh P; Onset of breast and pubic hair development in 1231 preadolescent Lithuanian schoolgirls; Arch Dis Child; Sep;90(9):932-6. Epub 2005 Apr 26(2005)
7. 白倉 毅 ; 本邦人体毛について (前承) 陰毛について ; 日医大誌第 27 巻第 5 号, 134～156 (1960)
8. Herbenick D, Hensel D, Smith NK, et al. . Pubic hair removal and sexual behavior: findings from a prospective daily diary study of sexually active women in the United States. J Sex Med. 10(3):678-685 (2013)
9. Bercaw-Pratt JL, Santos XM, Sanchez J, Ayensu-Coker L, Nebgen DR, Dietrich JE. The incidence, attitudes and practices of the removal of pubic hair as a body modification. J Pediatr Adolesc Gynecol. 25(1):12-14(2012)
10. Butler SM, Smith NK, Collazo E, Caltabiano L, Herbenick D. Pubic hair preferences, reasons for removal, and associated genital symptoms: comparisons

- between men and women. *J Sex Med.* 12(1):48-58(2015)
11. Herbenick D, Reece M, Schick V, Sanders SA, Dodge B, Fortenberry JD. Sexual behavior in the United States: results from a national probability sample of men and women ages 14-94. *J Sex Med.* 7(suppl 5):255-265(2010)
  12. Herbenick D, Schick V, Reece M, Sanders S, Fortenberry JD. Pubic hair removal among women in the United States: prevalence, methods, and characteristics. *J Sex Med.* 7(10):3322-3330(2010)
  13. DeMaria AL, Sundstrom B, McInnis SM, Rogers E. Perceptions and correlates of pubic hair removal and grooming among college-aged women: a mixed methods approach. *Sex Health.* 13(3):248-256(2016)
  14. Matthew D. Truesdale. Charles Osterberg, Thomas W. Gaither, Mohannad A. Awad, Molly A. Elmer-DeWitt, Siobhan Sutcliffe, Plsabel Allen, Benjamin N. Breyer. Prevalence of Pubic Hair Grooming-Related Injuries and Identification of High-Risk Individuals in the United States. *JAMA Dermatol.* 153(11): 1114-1121(2017)
  15. 田村照子、小柴朋子、平田耕造；衣環境の科学；建帛社（2004）
  16. Agarwal S, Krishnamurthy K. StatPearls . StatPearls Publishing; Histology, Skin. Treasure Island (FL). 3 （2020）
  17. Gagnon D, Crandall CG. Sweating as a heat loss thermoeffector. *Handb Clin Neurol.* 156:211-232 （2018）
  18. Gerrett N, Amano T, Havenith G, Inoue Y, Kondo N. The influence of local skin temperature on the sweat glands maximum ion reabsorption rate. *Eur J Appl Physiol.* 119(3):685-695 （2019）
  19. Kurosumi, Shibasaki ； Cytology of the Secretion in Mammalian Sweat Glands ；

255 (1984) .

20. 清水宏；あたらしい皮膚科学；中山書店；P25－26（2018）
21. Montain, S. J.; Cheuvront, S. N.; Lukaski, H. C ; Sweat mineral-element responses during 7 h of exercise-heat stress ; International journal of sport nutrition and exercise metabolism17 (6): 574－582 (2007).
22. Ro BI, Dawson TL ; The role of sebaceous gland activity and scalp microfloral metabolism in the etiology of seborrheic dermatitis and dandruff ; J. Investig. Dermatol. Symp. Proc. (3): 194－7(2005).
23. Purnamawati S, Indrastuti N, Danarti R, Saefudin T ; The Role of Moisturizers in Addressing Various Kinds of Dermatitis: A Review ; Clin Med Res(3-4): 75－87(December 2017).
24. 本間研一,大森治紀,大橋俊夫;標準生理学 第7版;(2009)
25. 今堀和友, 山川民夫；月経周期；生化学辞典第2版,東京化学同人社;427（1990）
26. 日本大百科全書：ニッポニカ；小学館(1994)
27. 滝沢清宏, 皮膚臨床, 20, 11, 897 (1987)
28. 朝田康夫, 臨皮, 29, 437 (1975)
29. 朝田康夫他, ; 臨床細菌学 講義篇 ; 71講談社(1977)
30. Leopoldo F. Montes, Walter II Wilborn, Br. J. Dermatol. 81, Suppl. (1), 23 (1969)
31. Dorothy A. Somerville, Br. J. Dermatol., 81, 248 (1969)
32. 山三恵子 和地陽二 瀬戸 進 柳 光男；健常女性の皮膚常在菌叢と皮膚の性状；J. Soc. Cosmet. Chem. Japan. Vol. 20, No. 3（1986）
33. Elizabeth A. Grice、Julia A. Segre；The skin microbiome；Nat Rev Microbiol. 2011 Apr; 9(4): 244－253.
34. Indoor air quality : organic pollutants : report on a WHO meeting, Berlin, West,

23-27 (1987)

35. P. Mochalski, K. Unterkofler et al ; Potential of volatile organic compounds as markers of entrapped humans for use in urban search-and-rescue operations, Trends in Anal. Chem.68, 88 (2015)
36. 関根嘉香：ヒト皮膚から放散する微量生体ガスと臨床環境, 25(2),69(2016)
37. 久永真央, 津田孝雄ほか； GC/MSによるヒト皮膚ガス中の環境由来揮発性有機化合物の測定；分析化学, 61(1), 57 (2012)
38. Y. Sekine, S. Toyooka, S. F. Watts ; Determination of acetaldehyde and acetone emanating from human skin using a passive flux sampler – HPLC system, J. Chromatogr. B, 859, 201 (2007)
39. K. Nose, T. Mizuno et al ; Identification of ammonia in gas emanated from human skin and its correlation with that in blood ; Anal. Sci., 21,1471(2005)
40. S. Furukawa, Y. Sekine et al ; Simultaneous and multi-point measurement of ammonia emanating from human skin surface for the estimation of whole body dermal emission rate ; J. Chromatogr. B, 1053,60 (2017)
41. 野瀬和利, 近藤孝晴ほか；ヒト皮膚表面より放出されるアセトンガス量と血中β-ヒドロキシ酪酸濃度との相関；分析化学, 54(2),161(2005)
42. おなかのガスってなに？;大幸薬品情報; (2020.6.10参照)
43. 第1部 第3章 第2節(2)若者に多い消費者問題；消費者庁情報； (2016)
44. デリケートゾーンの実態を大調査！多くの女性が悩んでいるトラブルとは？;小林製薬製品情報 (2016)
45. 久留戸真奈美 他；ムダ毛の手入れと肌への影響—脱毛器 3 機種とカミソリによる手入れの比較から—；化粧技術誌 44(4) 2010
46. Troccaz et al ; Mapping axillary microbiota responsible for body odours using a

culture-independent approach ; Microbiome; 84 (4) : 277-84 (2014)

47. 千田 好子 他 ; 術前除毛が皮膚細菌叢に及ぼす影響 ; 環境感染 13(3) (1998)

48. A Lanzalaco et al ; A comparative clinical study of different hair removal procedure and their impact on axillary odor reduction in men. ; Journal of Cosmetic Dermatology ; 22(10):738-42 (1995)

## 第 2 章. アンケート調査

## 第2章. アンケート調査

### 2.1 緒言

デリケートエリアの体毛処理の影響を明らかにする前に体毛処理の実態を知る必要があると考えられる。そのためまず体毛処理に関するアンケート調査を2回行った。

1 度目（以下アンケート1と呼ぶ）は文化学園大学女子学生を対象とし、「①体毛処理の頻度 ②体毛処理方法 ③体毛処理部位 ④体毛処理による皮膚トラブル」について質問した。

2 度目（以下アンケート2と呼ぶ）は文化学園文化祭来場者を対象とし、「①体毛処理の頻度 ②体毛処理方法 ③体毛処理の目的 ④他人の体毛への関心 ⑤体毛処理部位 ⑥体毛処理による皮膚トラブル」について質問した。

本章では本実験の研究方向性を確立するためのアンケート調査及びその結果を述べる。

### 2.2 女子大学生対象アンケート（アンケート1）

#### 2.2.1 調査方法

調査対象は10代～20代女性大学生（主として文化学園大学留学生）66名とした。

Fig 2-1 にアンケート調査用紙を示す。調査項目は①体毛処理の頻度 ②体毛処理方法 ③体毛処理部位 ④体毛処理による皮膚トラブルの4問とした。配置調査法および宿題調

査法を用いて行った。本研究において、Vラインは、骨盤と骨盤を直線で結んだ部分から下で、脚の付け根部分より上の三角ゾーンのこと。Iラインは女性器（粘膜）周辺の部分のこと。Vゾーン全体は前方のアンダーヘアで下着に隠れる範囲のこと。Oラインは肛門周りの部分を示す。

調査は2014年10月～12月に行った。



アンケート用紙1

アンケート

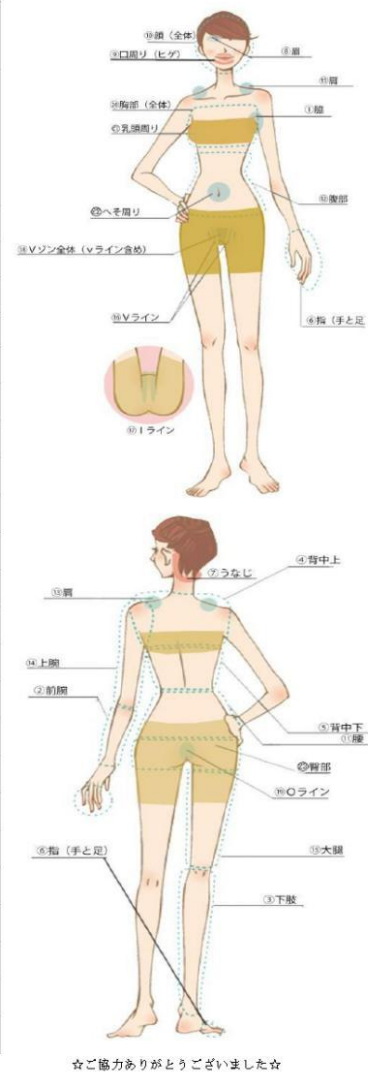
このアンケートは、除毛に関する調査です。個人情報とは本研究の目的以外は一切使用致しません。ご協力をお願い致します。

文化学園大学大学院 博士前期2年：危 希嶺 指導教員：小柴 朋子性別

(○をつけてください)：①男性 ②女性 年齢（記入してください）：\_\_\_\_才 国籍（記入してください）：\_\_\_\_

下記の表中の該当する所に○をつけてください

*除毛方法（下表に番号を記入してください）														
①剃刀 ②レーザー脱毛（専門施設での） ③市販脱毛器 ④ピンセット ⑤除毛クリーム ⑥ワックス														
	I. 除毛 頻度		II. 除毛方法 （番号で）*	III. 除毛した部位の感じ方の変化；皮膚の変化 ○をつけてください（複数選択可）										
	習慣 的に する	した こと があ る		した こと がな い	① 湿っぽい	② ベタベタする	③ 粘りつく	④ 異臭がする	⑤ 痒みが生じる	⑥ 乾燥する	⑦ 蒸れる	⑧ ザラザラする	⑨ その他	
① 脇														
② 前腕														
③ 下肢														
④ 背中上														
⑤ 背中下														
⑥ 指（手足）														
⑦ うなじ														
⑧ 眉														
⑨ 口周り														
⑩ 顔														
⑪ 腰														
⑫ 腰部														
⑬ 肩														
⑭ 上腕														
⑮ 大腿														
⑯ Vライン														
⑰ Iライン														
⑱ Vゾーン全体														
⑲ Oライン														
⑳ 胸														
㉑ 乳頭周り														
㉒ へそ周り														
㉓ 臀部														



除毛により不快に感じたり、トラブルを感じた例があったら、下記に具体的に書いてください。

Fig 2-1 Questionnaire NO.1

### 2.2.2 結果

アンケート 1 の回収率は 54% であった。回答者の国籍の割合を Fig.2-2 に示す。対象者の国籍は中国が 74% で最も多く、日本、韓国と続いた。

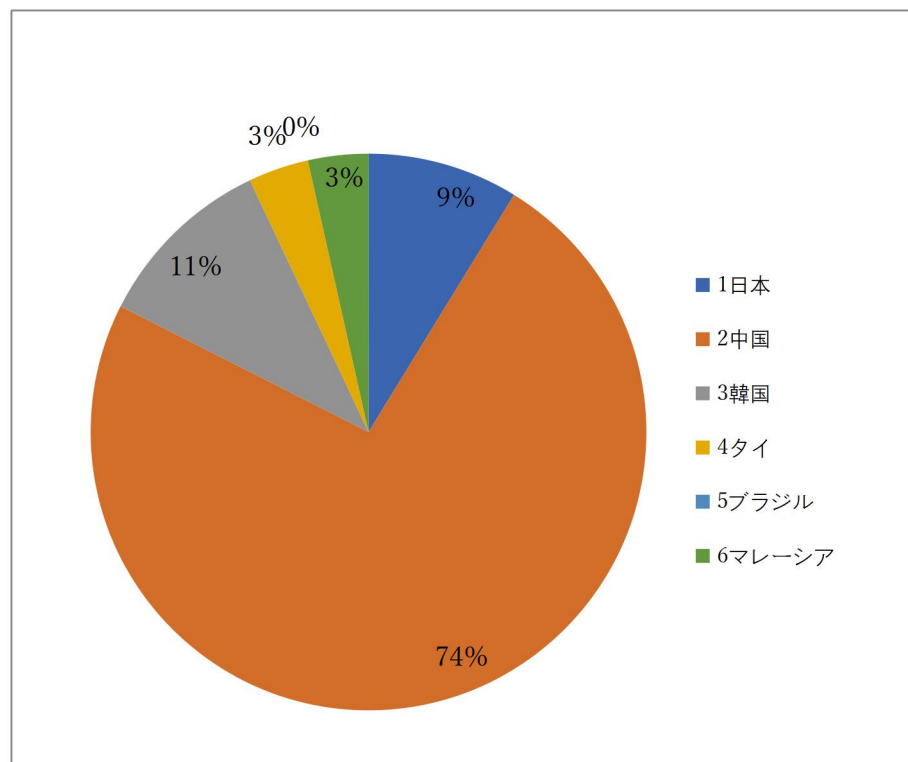


Fig.2-2 Country of Citizenship

各部位における体毛処理頻度の結果を Fig.2-3、Table.2-1 に示す。調査対象の 23 部位中、中眉と脇を習慣的に体毛処理する人はそれぞれ 43%、34% を占めた。また、体毛処理したことがある人を加算すれば、両部位とも 8 割程度を占め、最も体毛処理頻度が高いことが示された。次いで下肢 62%、口周り 49%、前腕 47% では、過半数あるいは半数近い人が体毛処理を習慣的、あるいは経験があると高い割合で答えた。本研究における調査部位のデリケートゾーンに当たる V ライン、I ライン、V ゾーン全体、O ラインはそれぞれ 31%、17%、16%、12% でとなった。回答者の 1 割以上が経験しており、特に V ラインは 3 割の

回答者が経験していることから、デリケートエリアの無駄毛処理が非常に珍しいものではなくなっていると考えることができる。

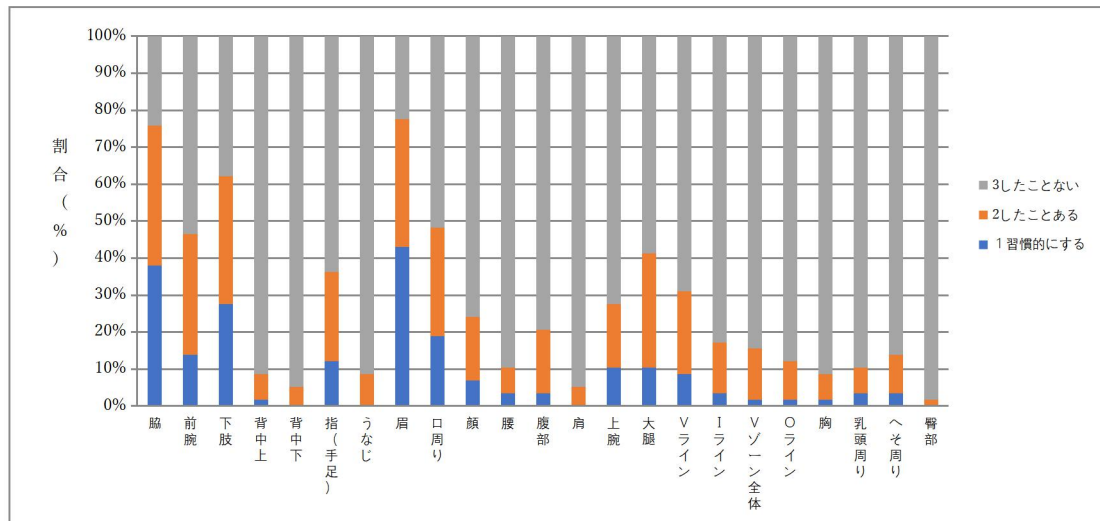


Fig.2-3 Frequency of hair treatment for each part

Table.2－1 Frequency of hair treatment for each part (Number of people)

	1 習慣的にする	2 したことある	3 したことない
脇	22	22	14
前腕	8	19	31
下肢	16	20	22
背中上	1	4	53
背中下	0	3	55
指（手足）	7	14	37
うなじ	0	5	53
眉	25	20	13
口周り	11	17	30
顔	4	10	44
腰	2	4	52
腹部	2	10	46
肩	0	3	54
上腕	6	10	42
大腿	6	18	34
Vライン	5	13	40
Iライン	2	8	48
Vゾーン全体	1	8	49
Oライン	1	6	51
胸	1	4	53
乳頭周り	2	4	52
へそ周り	2	6	50
臀部	0	1	57

Fig.2－4 に V ラインの体毛処理頻度の回答結果を示す。Vラインの体毛処理頻度は処理したことがないと回答した人が 7 割近くを占めているものの、処理したことあるのは 22% と約 5 人に 1 人に経験があり、習慣的に体毛処理をしている人も 9% いることが明らかとなった。

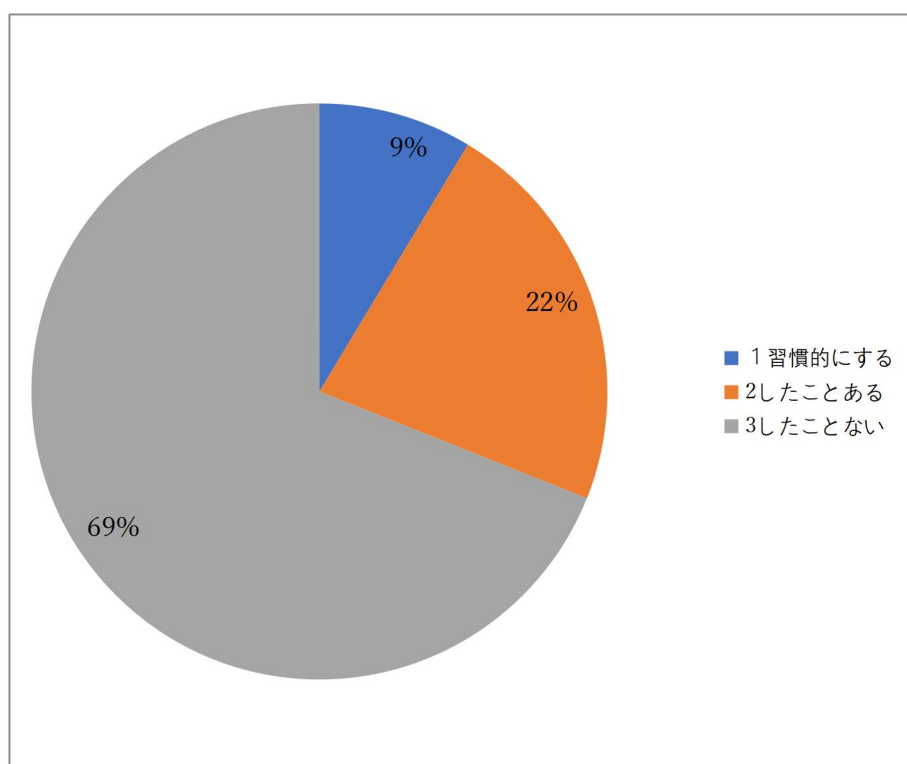


Fig.2-4 Frequency of hair treatment for Bikini line

Fig.2-5 に V ラインの体毛処理方法の回答結果を示す。一番多いのは剃刀で処理する人が 44%いた。次いでレーザー脱毛で、比較的高い割合の人が専門施設で体毛処理すると回答し、その割合は 3 人に 1 人であった。また、市販脱毛器と回答した人も 8 人に 1 人いた。ピンセットとワックスはそれぞれ 6%であった。

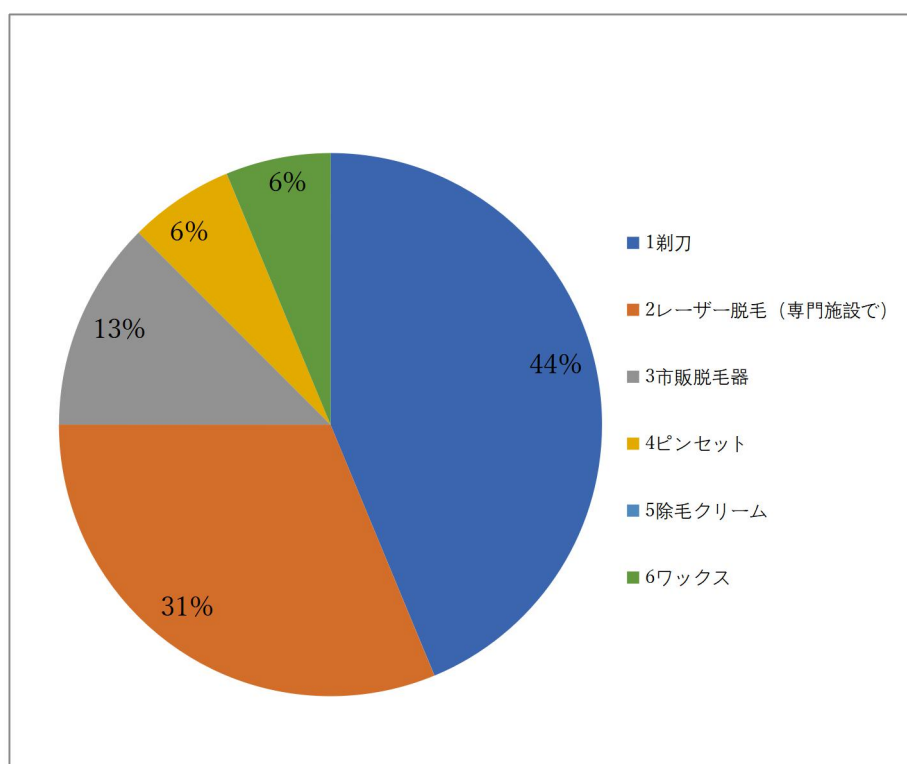


Fig.2-5 Hair treatment method for Bikini line

Fig.2-6 にVライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化の回答を示す。質問の回答人数を100%とすると、Vライン体毛処理後に皮膚の感じ方に変化なしの回答は80%近くであった。一方、24%は皮膚の変化を回答しており、それはザラザラする、粘りつく、乾燥する、痒みが生じる他、湿っぽく感じるであった。

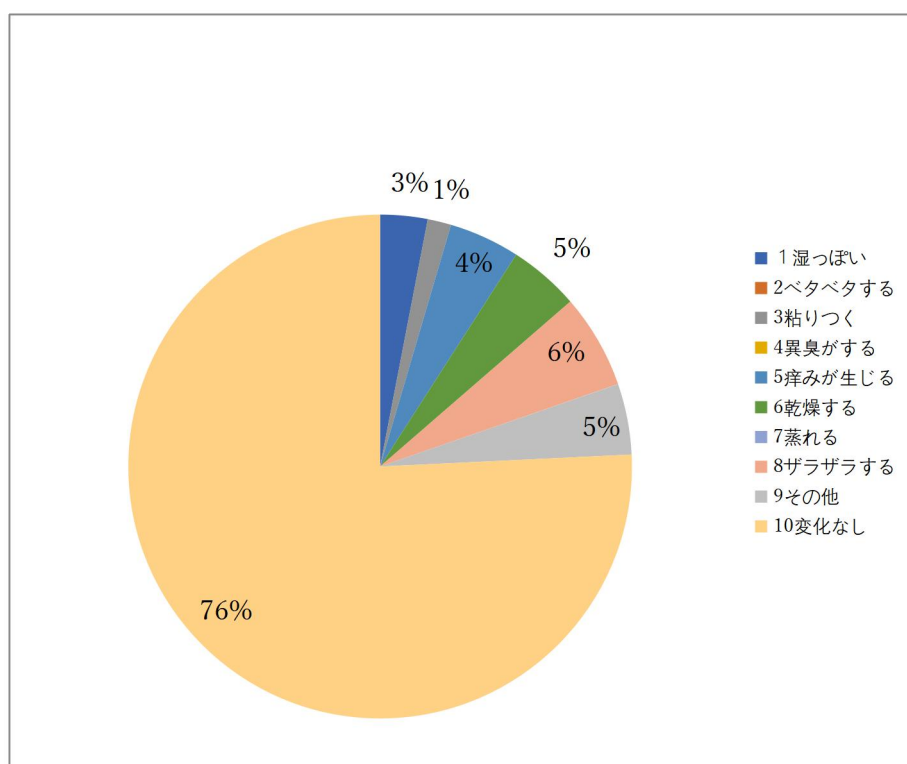


Fig.2-6 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for Bikini line

Fig.2-7 に I ラインの体毛処理頻度の回答を示す。I ラインは処理したことがないと回答した人は 80%以上も占めており、処理したことがあると回答したのは回答者の 14%、習慣的に体毛処理するのはわずか 3%だった。

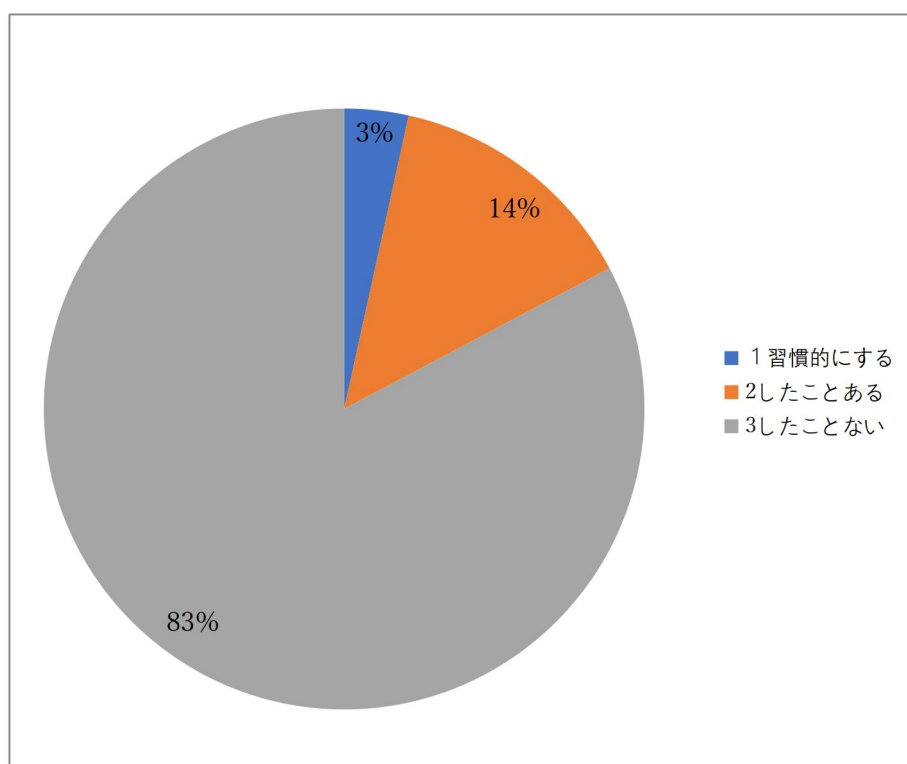


Fig.2-7 Frequency of hair treatment for Vertical line

Fig.2-8 に I ラインの体毛処理方法の回答を示す。I ラインを体毛処理している人の体毛処理方法として一番多いのは剃刀で、45%を占めた。レーザー脱毛で体毛処理する人は 33%と二番目に高い割合であり、専門施設での脱毛にも関わらず回答者の 3 人に 1 人が経験していることがわかった。また、市販脱毛器とワックスの回答はそれぞれ 11%であった。



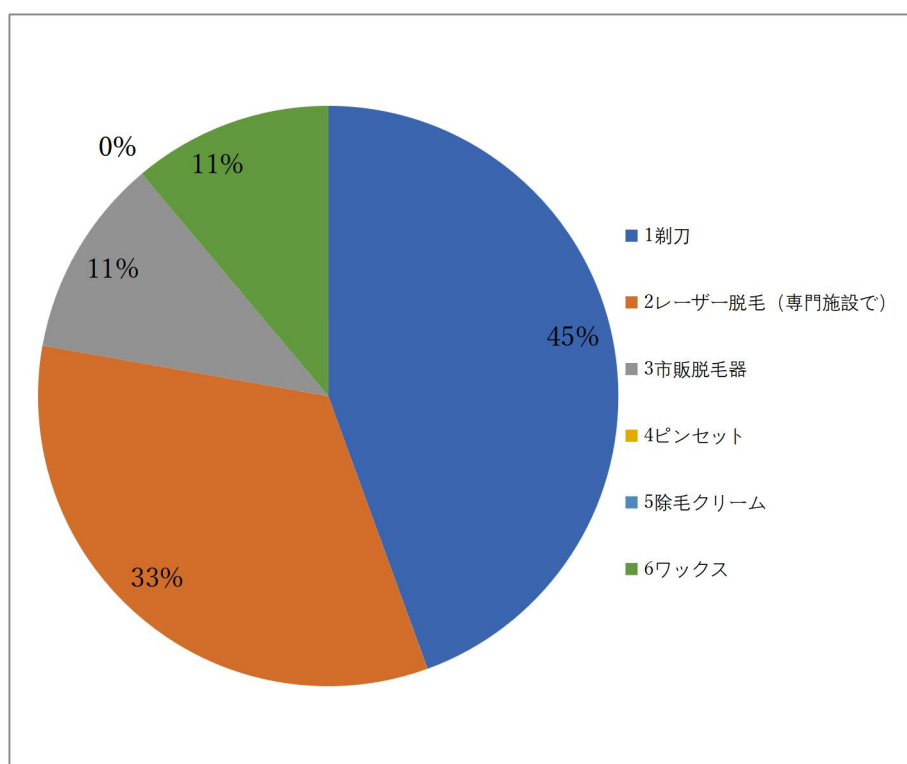


Fig.2－8 Hair treatment method for Vertical line

Fig.2－9 に I ライン体毛理後の感じ方の変化、皮膚の変化の回答を示す。回答者人数を 100% とすると、I ラインの体毛処理後皮膚の感じ方に変化なしという回答は 88% であるが、残りの 12% は変化したと回答しておえい、それらはザラザラする、乾燥する、湿っぽく及び粘りつくであった。

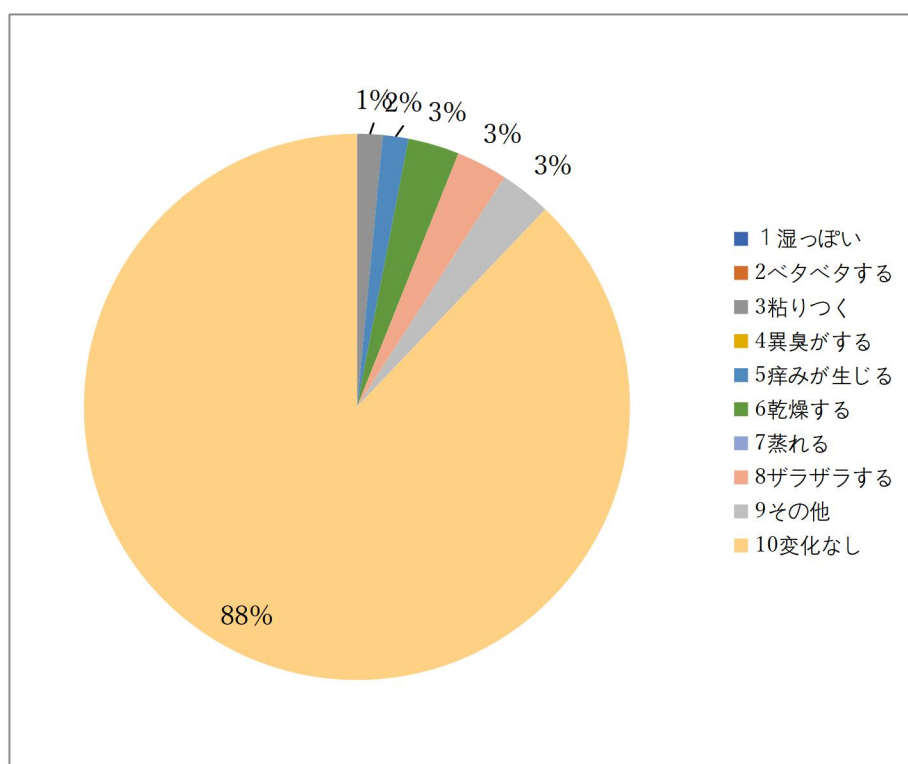


Fig.2-9 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for  
Vertical line

Fig.2-10 に V ゾーンの体毛処理頻度の回答を示す。V ゾーンを処理したことはない  
と回答した人は 84% と高く、処理したことがあるのは 14% で、習慣的に体毛処理するの  
はわずか 2% だった。

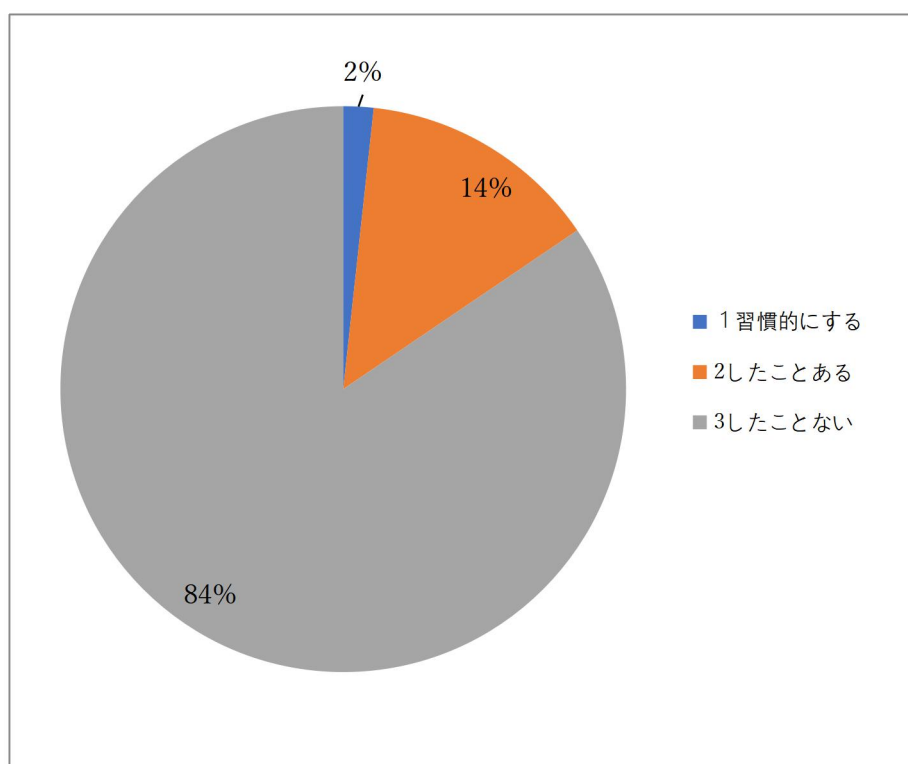


Fig.2－10 Frequency of hair treatment for Genital area

Fig.2－11 に V ゾーンの体毛処理方法の回答を示す。V ゾーンの体毛処理方法として一番多いのは剃刀とレーザー脱毛で、それぞれ 37%であった。また、市販脱毛器とワックスの回答はそれぞれ 12%であった。

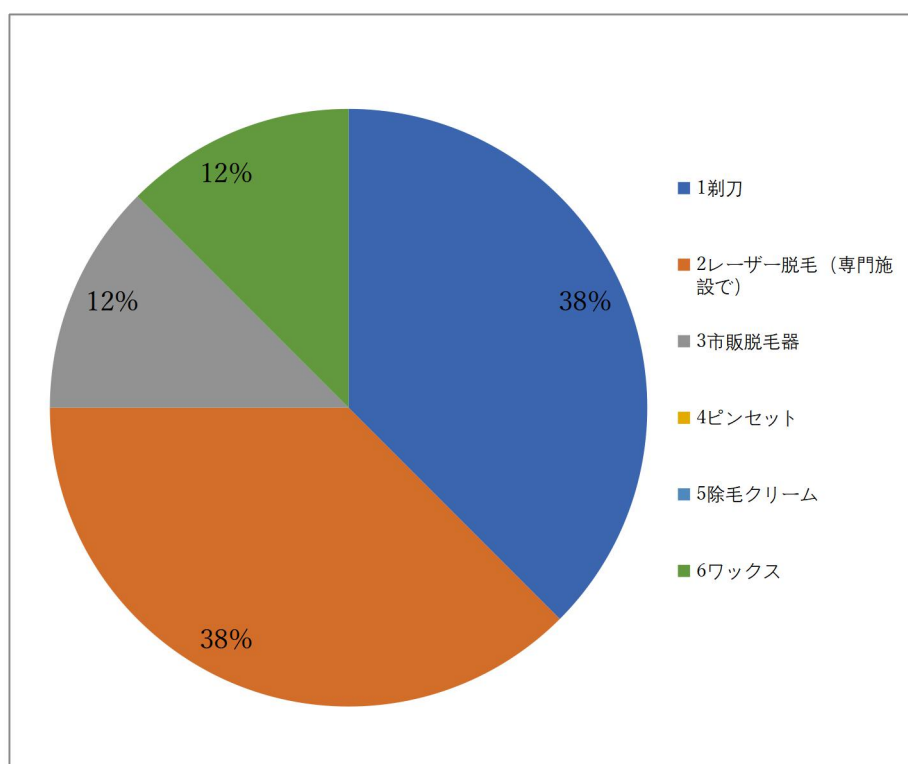


Fig.2－11 Hair treatment method for Genital area

Fig.2－12 にVゾーン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化の回答を示す。質問の回答者人数を100%とすると、Vゾーン体毛処理後の皮膚の感じ方に変化なしと回答したのは83%であった。乾燥すると回答した人は5%で、それ以外に粘りつく、痒みが生じる、湿っぽいという人もそれぞれ2%～3%いることが分かった。

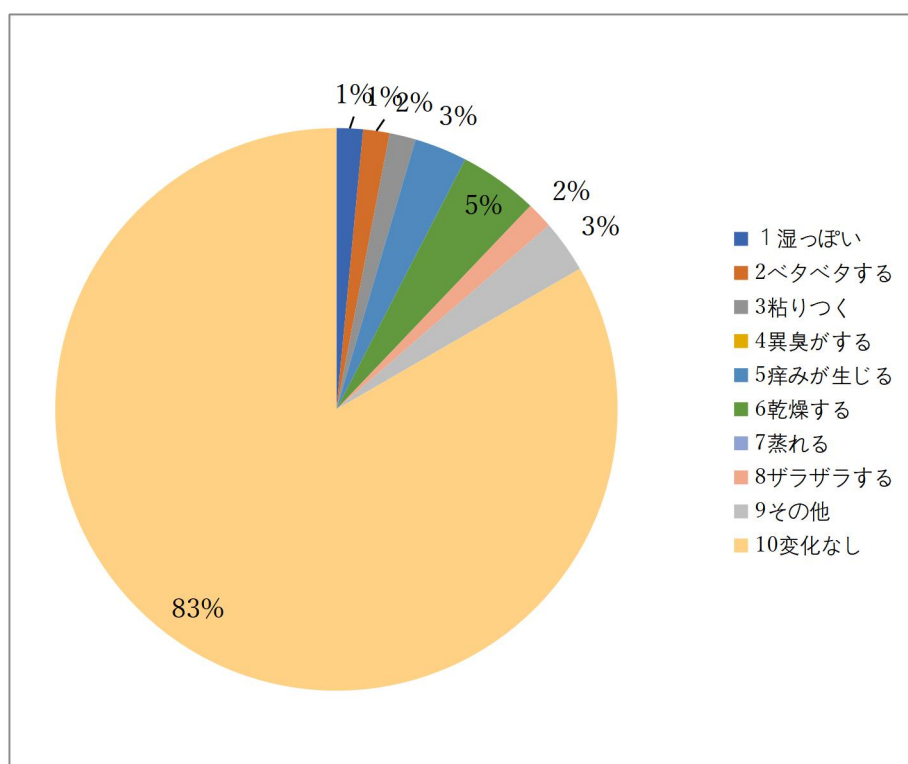


Fig.2-12 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for  
Genital area

Fig.2-13 に O ラインの体毛処理頻度の回答を示す。O ラインを処理したことはない  
と回答した人は 88%で 9 割近い高い割合であった。一方、処理したことがあるのは 10%、習  
慣的に体毛処理するのはわずか 2%だった。

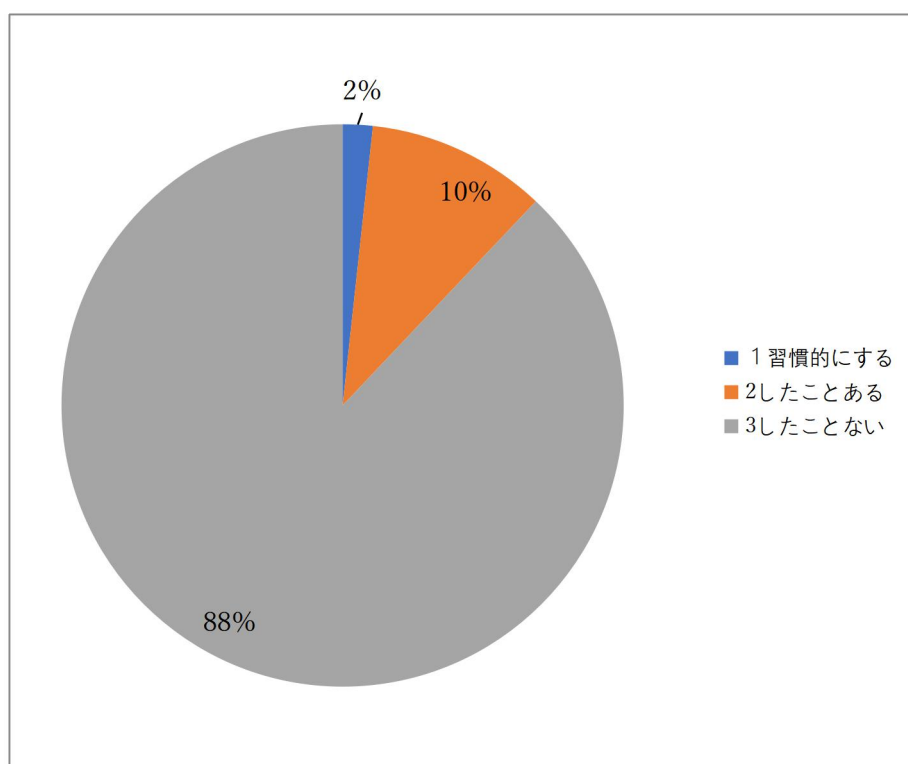


Fig.2-13 Frequency of hair treatment for Back

Fig.2-14 に O ラインの体毛処理頻度の回答を示す。O ラインの体毛処理方法で一番多いのは剃刀で 67%であった。それ以外の 33%はレーザー脱毛でと回答した。他部位と異なり、これら 2 方法以外には回答がなかった。

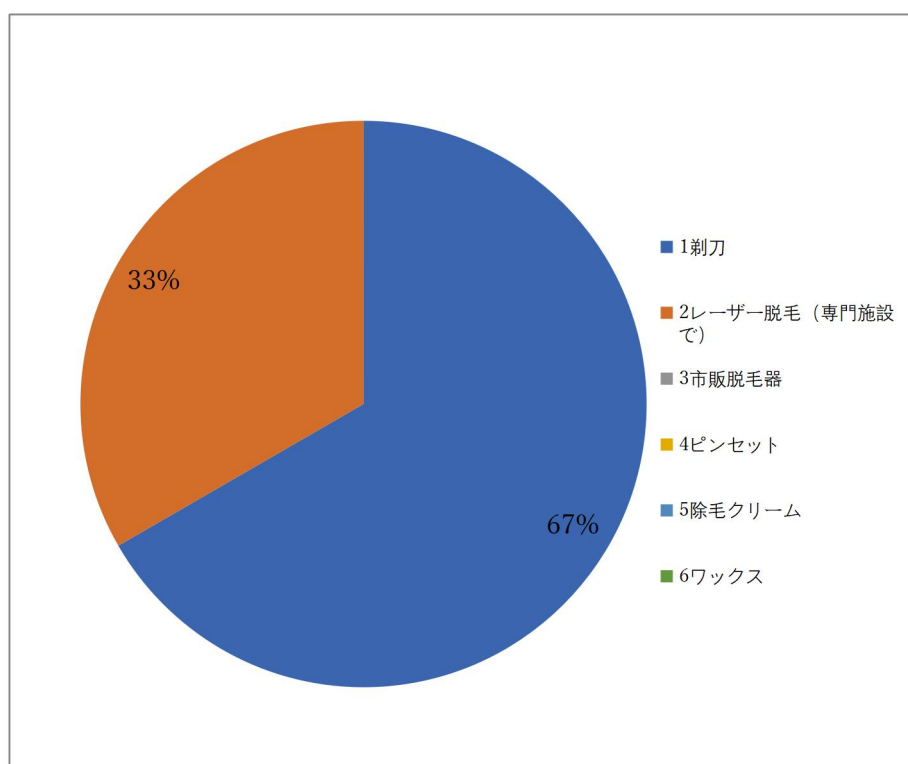


Fig.2-14 Hair treatment method for Rear

Fig.2-15 に O ライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化の回答を示す。質問の回答者人数を 100%とすると、O ライン体毛処理後皮膚の感じ方に、変化なしと回答したのは 91%であり、残りののはザラザラする、乾燥する、痒みが生じる等と回答した。

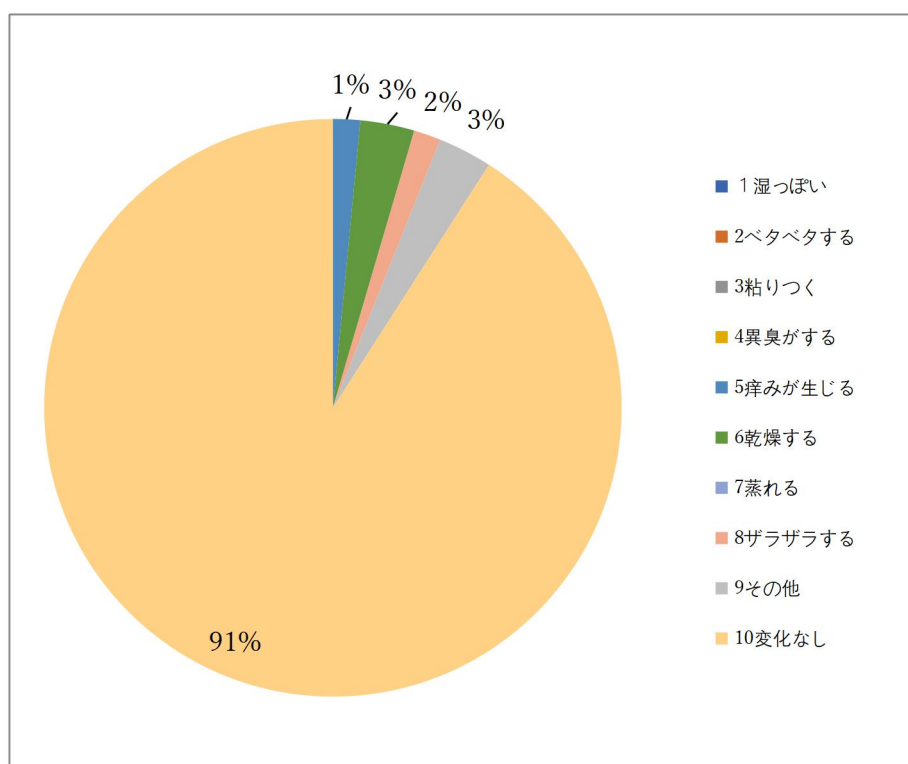


Fig.2－15 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for Rear

## 2.3 文化祭来場者対象アンケート（アンケート 2）：

### 2.3.1 調査方法

調査対象は 10 代～60 代の日本国籍の男女（主として文化学園大学文化祭来場者）113 名とした。Fig 2-16 にアンケート調査用紙を示す。調査項目は①体毛処理の頻度 ②体毛処理方法 ③体毛処理の目的 ④他人の体毛への関心 ⑤体毛処理部位 ⑥体毛処理による皮膚トラブルの 6 問とした。配置調査法、面接調査法、および宿題調査法を用いて行った。

調査は 2014 年 10 月～12 月に行った。



アンケート用紙2（日本語版）

アンケート

このアンケートは、除毛に関する調査です。個人情報には本研究の目的以外は一切使用致しません。ご協力をお願い致します。

文化学園大学大学院 博士前期2年：危 希曦 指導教員：小柴 朋子

性別（○をつけてください）：①男性 ②女性 年齢（記入してください）：\_\_\_\_\_才 国籍（記入してください）：\_\_\_\_\_

問1 あなたは除毛しますか？

①する（問2～6を答えてください）②しない（問4、問5を答えてください）

問2 除毛する方は、いつの季節にしますか？（複数選択可）

①春 ②夏 ③秋 ④冬 ⑤一年中

問3 除毛の目的は何ですか？

①見た目 ②マナーだと思う ③触り心地を良くするため ④匂いが気になるから ⑤その他

問4 専門サロンで除毛しますか？（複数選択可）

①習慣的に行く ②行ったことがある ③行ったことはない

問5 他人の体毛が気になりますか？

①気にならない ②気にする

問6 他人の体毛のどの部位が気になりますか？（複数選択可）

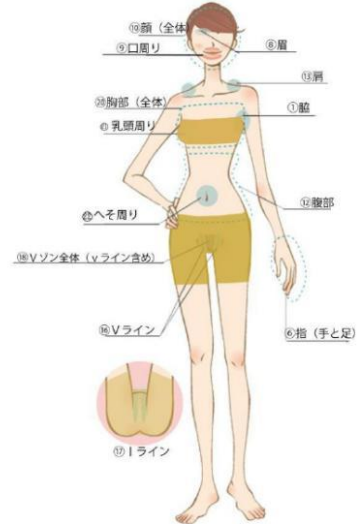
①顔 ②うなじ ③脇 ④背中 ⑤胸 ⑥腕 ⑦指 ⑧腹部 ⑨Vライン ⑩下腿

下記の表中の該当する所に○をつけてください

\* 除毛方法（下表に番号を記入してください）

①剃刀 ②レーザー脱毛（専門施設での） ③市販脱毛器 ④ピンセット ⑤除毛クリーム ⑥ワックス

	I. 除毛頻度			II. 除毛方法 番号を記入	III. 除毛した部位の感じ方の変化；皮膚の変化○をつけてください								
	習慣的にやる	したことがある	したことがない		①逆さばい	②へたへたする	③粘りつく	④腫れる	⑤痒みが生じる	⑥乾癬する	⑦赤れる	⑧ザラザラする	⑨その他
①顔													
②前腕													
③下腿													
④背中上													
⑤背中下													
⑥指（手足）													
⑦うなじ													
⑧肩													
⑨口周り													
⑩顔													
⑪脇													
⑫腹部													
⑬肩													
⑭上腕													
⑮太腿													
⑯Vライン													
⑰Iライン													
⑱Vゾーン全体													
⑲Oライン													
⑳胸													
除毛後より不快に感じたり、トラブルを感じた例があったら、下記に具体的に書いてください。													
㉑へそ周り													
㉒臀部													



☆ご協力ありがとうございました☆

Fig 2-16 Questionnaire NO.2

### 2.3.2 結果

アンケート 2 の回収率は 90%であった Fig.2-17 に回答者の性別の割合を示す。84%が女性、16%が男性で、女性が多くを占めた。

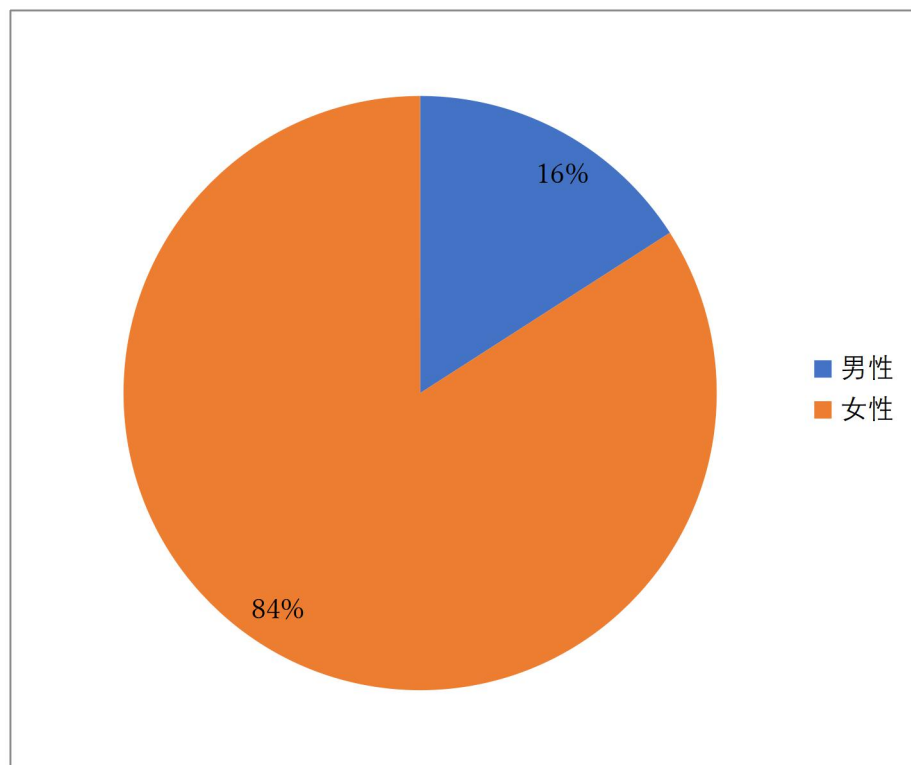


Fig.2-17 Gender

Fig.2-18 に回答者の世代を示す。20 代が 48%で約半数を占めた。続いて 10 代が 15%であり、10 代、20 代の若い世代が合わせて 63%を占めた。30 代、40 代、50 代はそれぞれ約 10%であった。

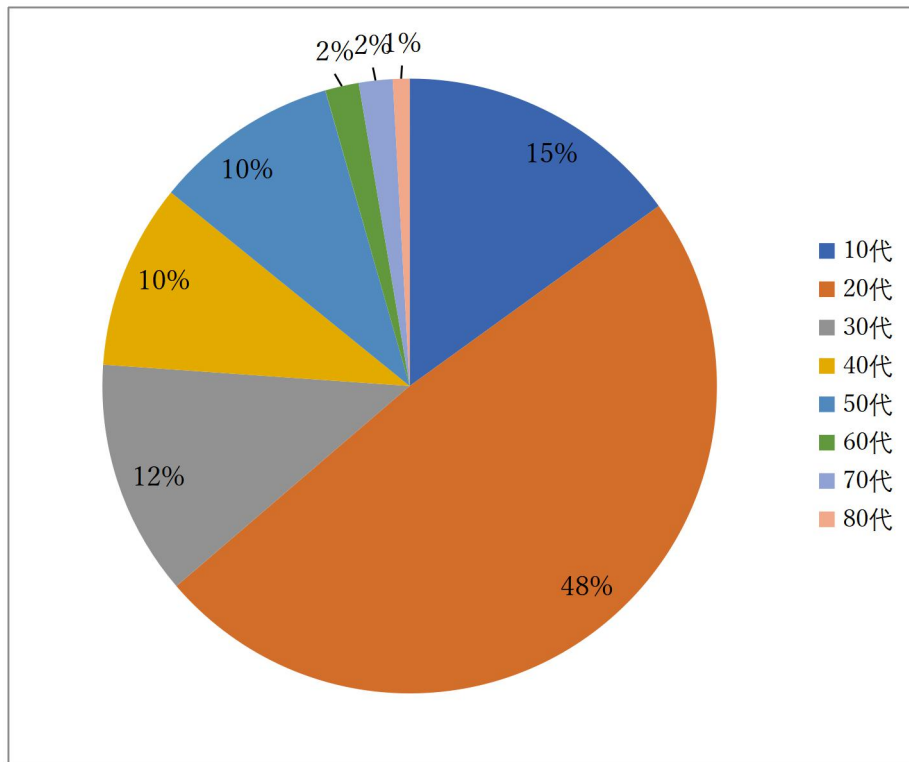


Fig.2－18 Age classification

Fig.2－19 に“あなたは体毛処理しますか”の結果を示す。回答者の 87%が体毛処理する、13%が体毛処理しないと回答した。約 9 割の回答者が体毛処理することが分かった。

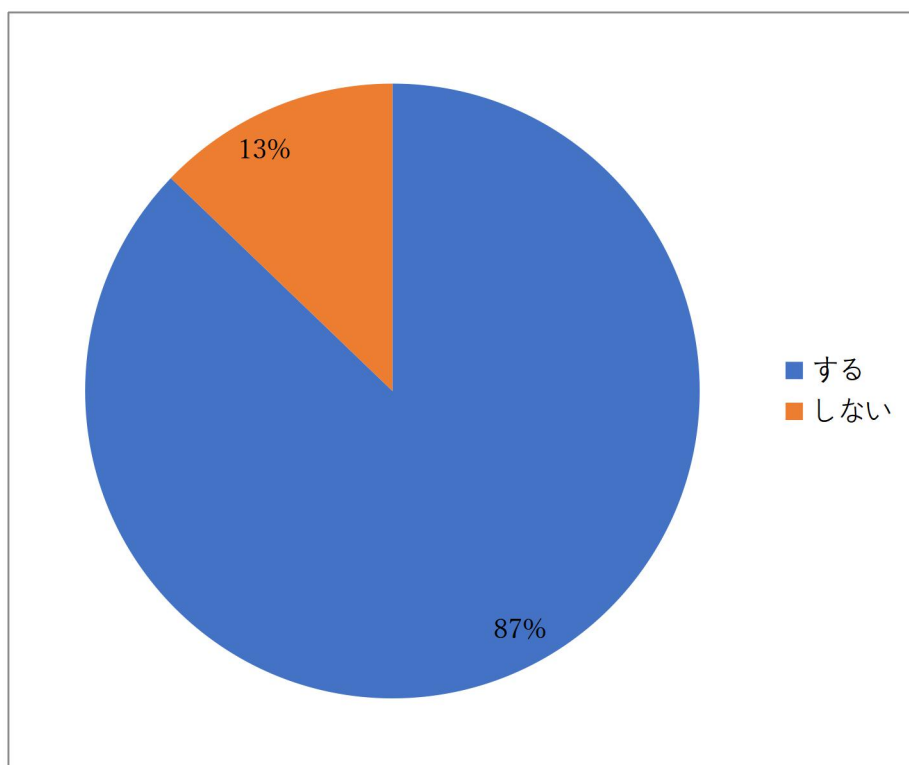


Fig.2－19 Do you hair treatment?

Fig.2－20 に質問"除毛する方はいつの季節にしますか?"の回答結果を示す。体毛処理する人のうち、79%である 8 割近くが一年中処理すると回答した。夏だけ体毛処理する人は 14%で 7 人に 1 人であった。春、秋、冬のみ体毛処理する人は 2%～3%であった。

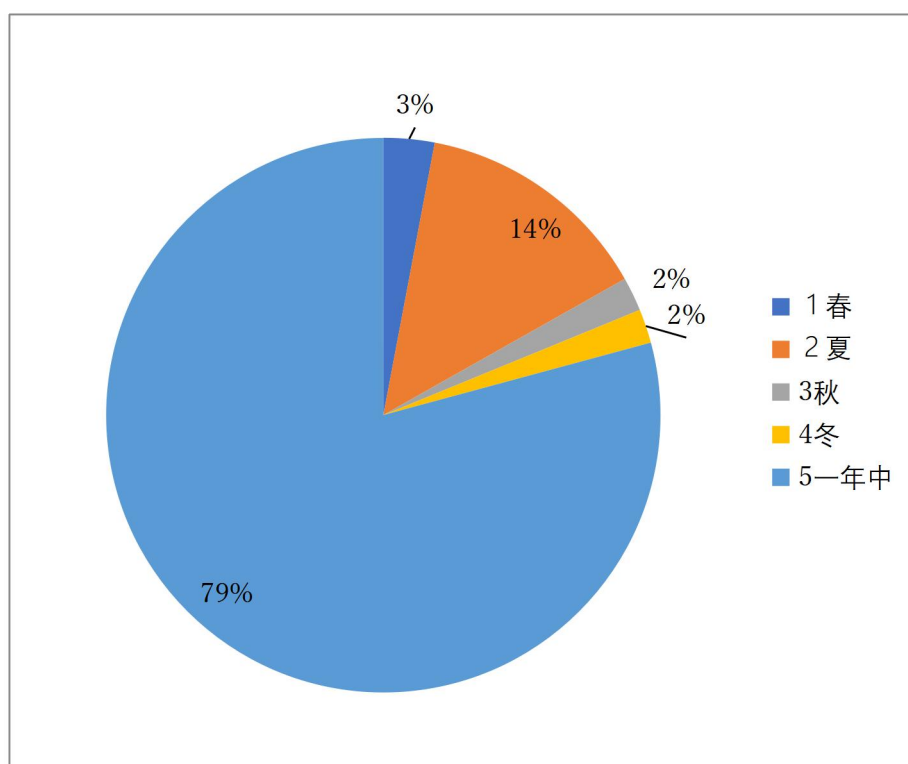


Fig.2-20 Which season you hair treatment

Fig.2-21 に質問” 除毛の目的はなんですか?” の回答結果を示す。体毛処理する回答者数を 100%とすると体毛処理の目的として 66%の人が、見た目と回答した。次いで 22%が体毛処理はマナーだと思いと回答した。9%が触り心地をよくするため、2%が匂いが気になる」と回答した。

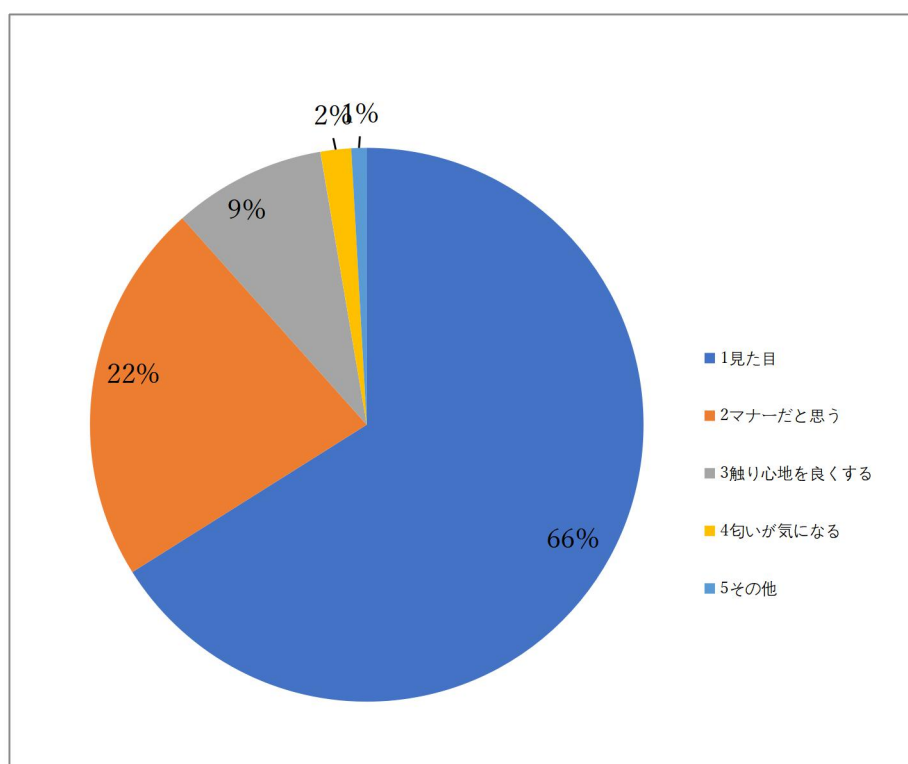


Fig.2-21 What is the purpose of hair treatment

Fig.2-22 に"専門サロンで除毛しますか?"の回答結果を示す。専門サロンに行ったことはないの回答が 65%で最も多く、行ったことがあると回答したのは 23%、習慣的に行くと回答した人は 12%であった。専門サロンの経験者は回答者の 45%と半数近かった。

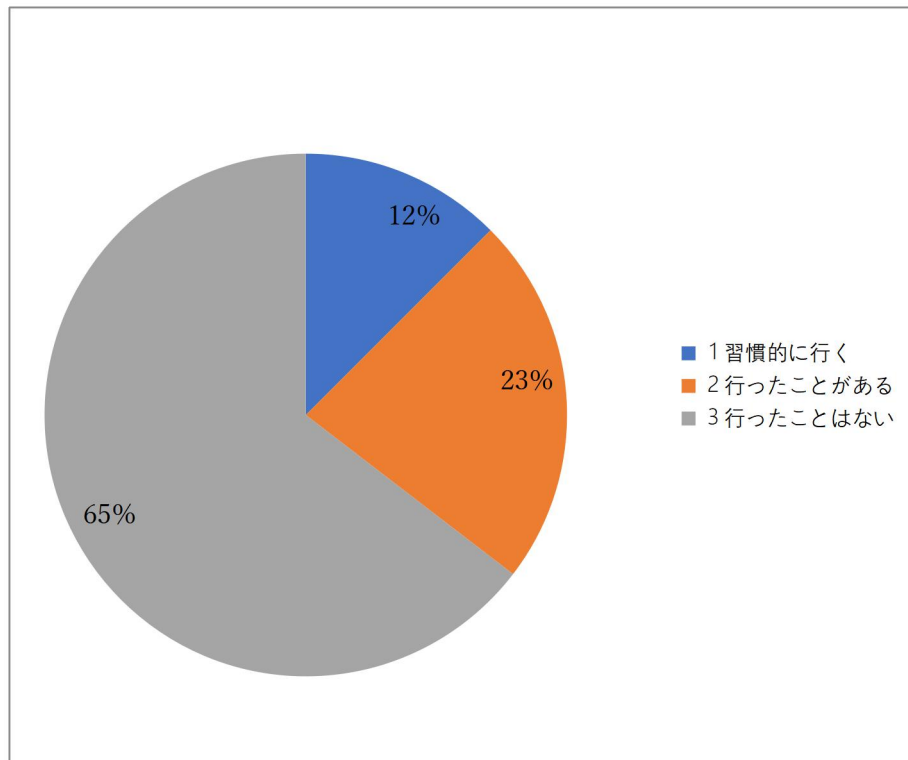


Fig.2-22 Will you go to a professional institution for hair treatment

Fig.2-23 に"他人の体毛が気になりますか?"の回答結果を示す。他人の体毛を気にするひとは回答者の 78%で、気にしないと回答した人は 22%であった。約 8 割と多くの人が他人の体毛を気にすることが示された。

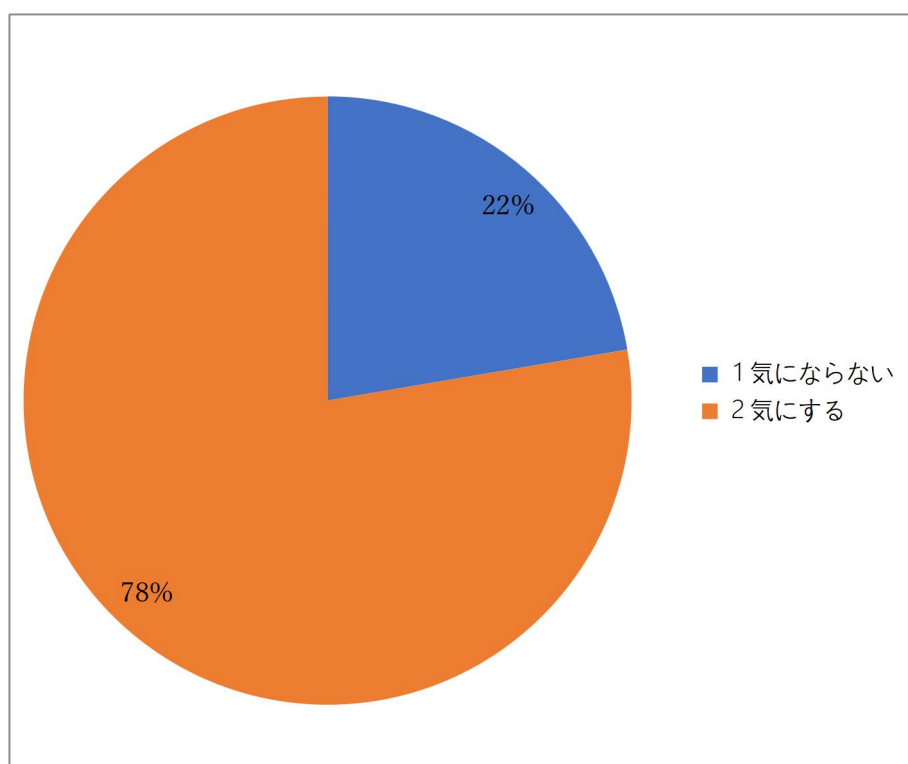


Fig.2－23 Do you care about other people's body hair

Fig.2－24 に"他人の体毛のどの部位が気になりますか?"の回答結果を示す。他人の体毛で一番気になるのは顔で 42%であった。次に下腿が 13%、脇が 12%であった。続いて、指、腕、うなじと目に付きやすい部位が回答された。4%が V ラインを気にすると回答した。



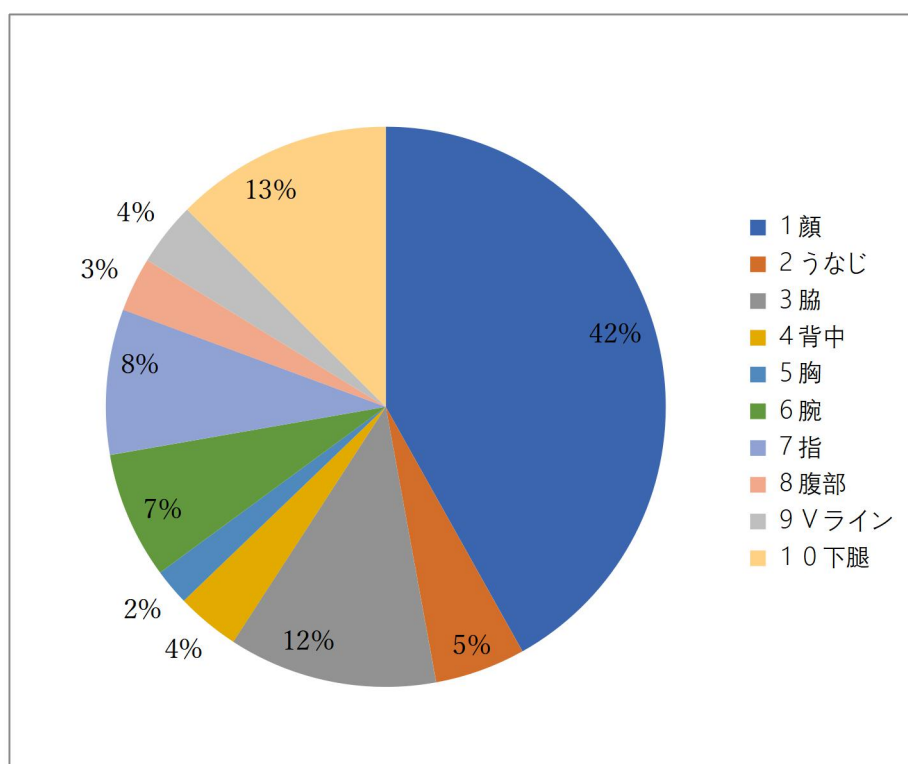


Fig.2-24 What part of people's body hair do you care about

Fig.2-25、Table.2-2 に各部位体毛処理頻度の結果を示す。アンケートの回答者数を100%とすると、23 部位中、習慣的に処理する人割合が最も高く 74%であった。また、処理したことがある人数を加算すれば 80%に及び、最も高い割合になった。次いで習慣的に体毛処理する部位として眉、口周り、前腕、下肢が 65%前後であった。これに処理したことがあるを加えると下肢 75%、前腕 72%、指 69%に加えて顔においても 66%となり多くの人が体毛処理していることが明らかとなった。デリケートエリアについては習慣的にする、処理したことがあるを合わせて V ラインで 40%、I ライン、V ゾーン全体は 20%、O ラインは 11%であった。V ラインの体毛処理については半数近くの 4 割となり、一般的になってきているとも言える。

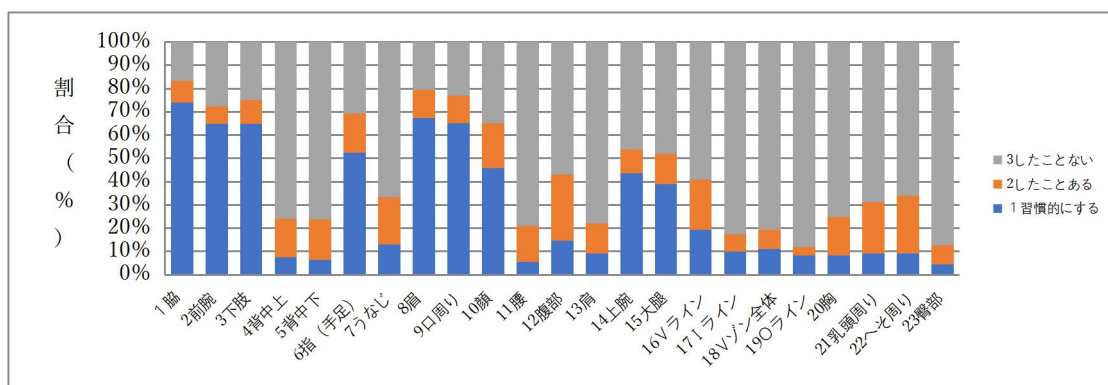


Fig.2-25 Frequency of hair treatment for each part

Table.2-2 Frequency of hair treatment for each part (Number of people)

	1 習慣的にする	2 したことある	3 したことない
脇	80	10	18
前腕	70	8	30
下肢	70	11	27
背中上	8	18	82
背中下	7	19	83
指 (手足)	56	18	33
うなじ	14	22	72
眉	72	13	22
口周り	71	13	25
顔	50	21	38
腰	6	17	86
腹部	16	31	62
肩	10	14	85
上腕	47	11	50
大腿	42	14	52
Vライン	21	23	64
Iライン	11	8	90
Vゾーン全体	12	9	88
Oライン	9	4	96
胸	9	18	82
乳頭周り	10	24	75
へそ周り	10	27	72
臀部	5	9	95

Fig.2-26 に V ラインの体毛処理頻度のアンケート調査結果を示す。V ラインを処理した

ことはないと回答した人は 59%であった。一方処理したことがある人は 21%、習慣的に体毛処理する人は 20%であった。

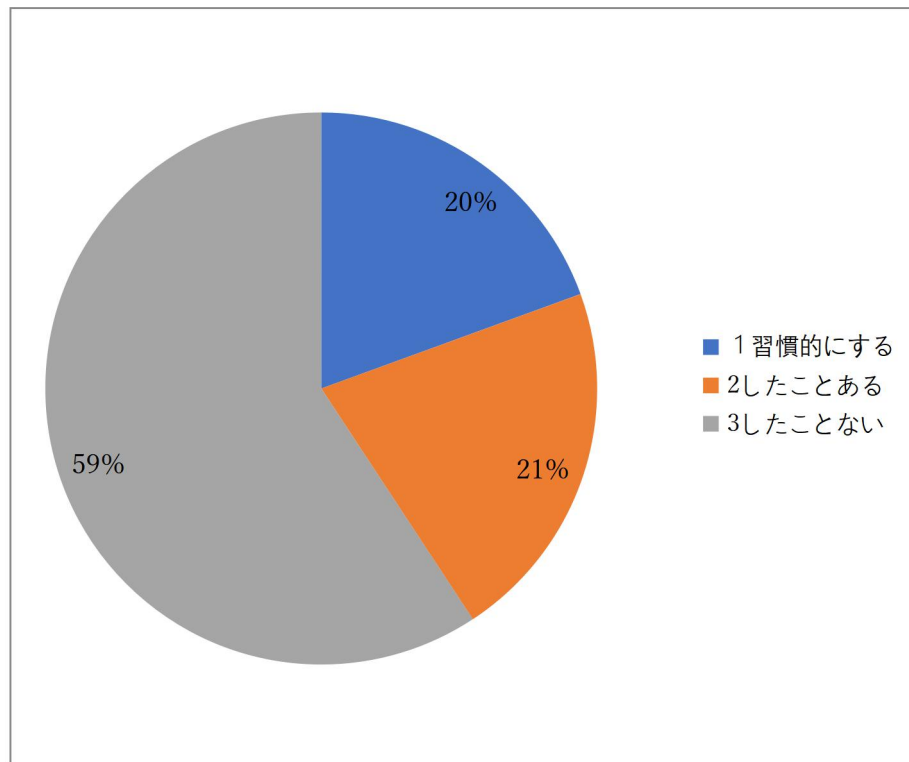


Fig.2-26 Frequency of hair treatment for Bikini line

Fig.2-27 に V ライン体毛処理方法のアンケート調査結果を示す。V ラインの体毛処理方法として最も多いのは、市販脱毛器での処理で 43%であった。次いで剃刀による処理が 32%、専門施設でのレーザー脱毛での処理は 18%であった。他にピンセットが 5%、ワックス、体毛処理クリームと回答した人がわずかに見られた。

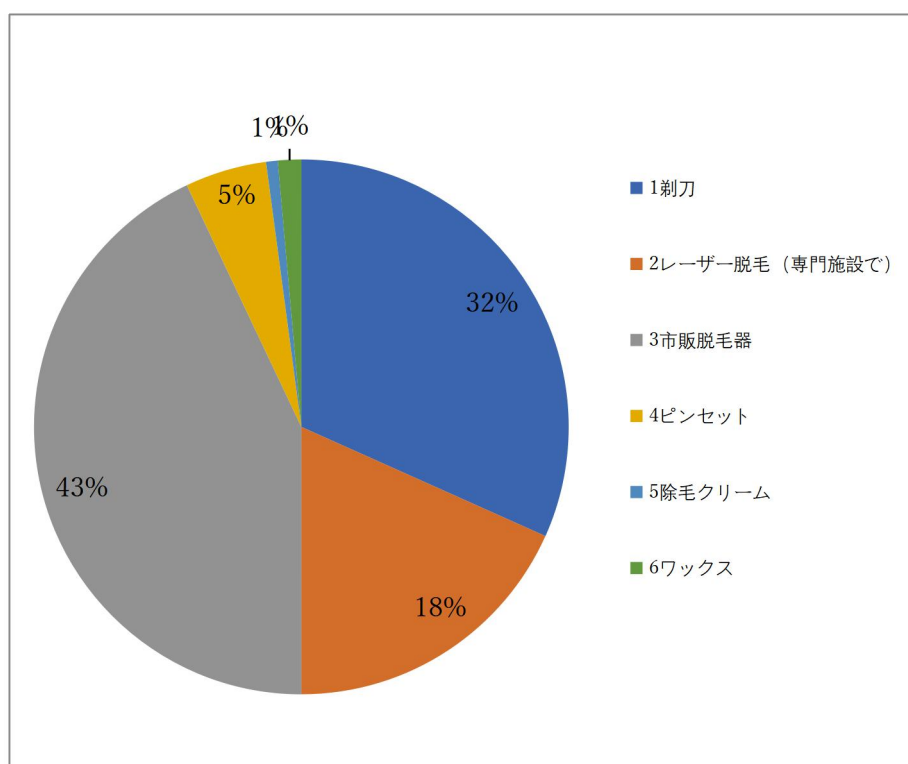


Fig.2-27 Hair treatment method for Bikini line

Fig.2-28 に V ライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化のアンケート調査結果を示す。V ライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化の質問の回答者人数を 100% とすると皮膚の感じ方に変化なしという回答が 81% であった。次に痒みが生じるは 8% であった。他に乾燥する、ザラザラする、蒸れると回答した人は 1% ～ 3% と低い値であった。

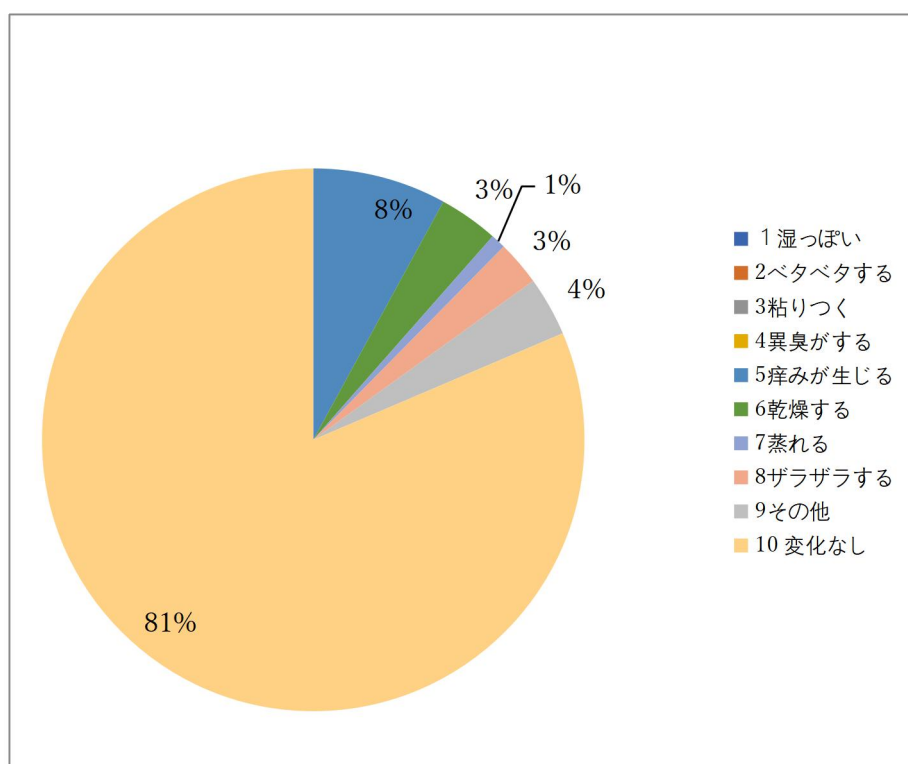


Fig.2-28 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for Bikini line

Fig.2-29 に I ラインの体毛処理頻度のアンケート調査結果を示す。I ラインを処理したことはないと回答した人は 83%であった。習慣的に処理するが 10%、処理したことがあるは 7%と約 2 割が体毛処理の経験があることが分かった。

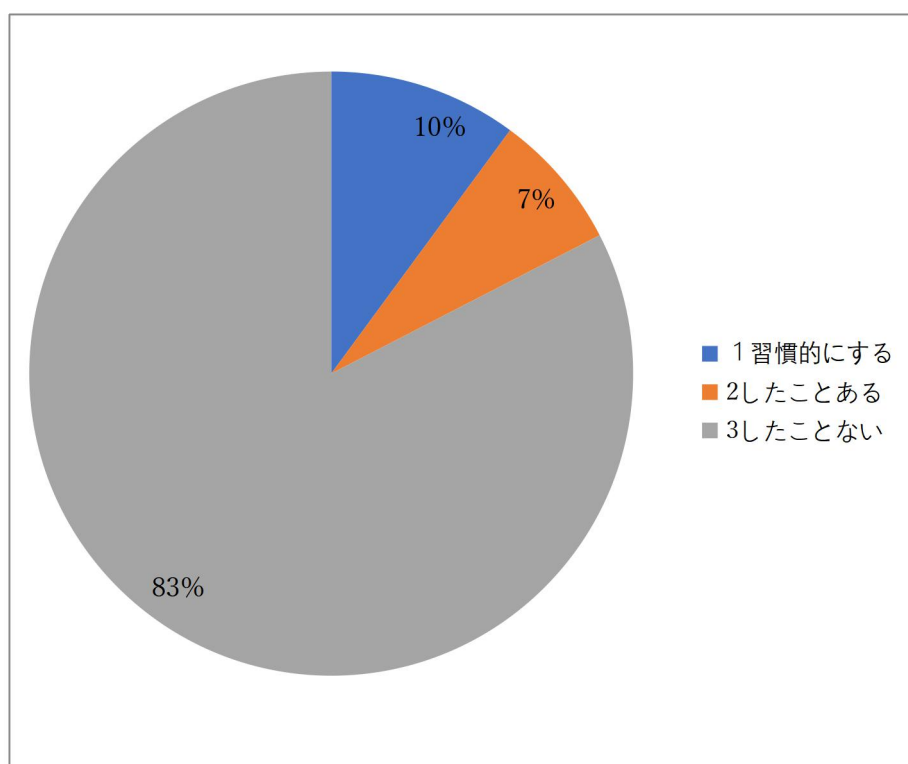


Fig.2-29 Frequency of hair treatment for Vertical line

Fig.2-30 に I ライン体毛処理方法のアンケート調査結果を示す。I ラインの体毛処理方法として一番多いのは剃刀で 55%、次いで専門施設におけるレーザー脱毛が 25%であった。市販脱毛器、ピンセット、除毛クリーム、ワックスと回答した人がそれぞれ 5%であった。

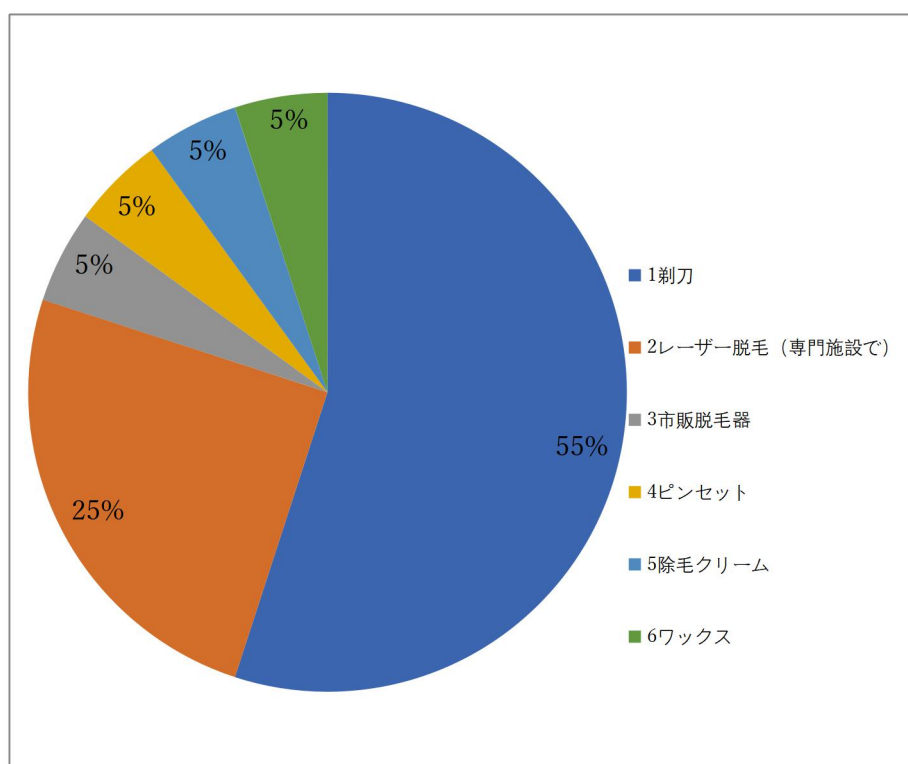


Fig.2－30 Hair treatment method for Vertical line

Fig.2－31 に I ライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化のアンケート調査結果を示す。I ライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化の質問の回答者人数を 100%とすると、皮膚の感じ方に変化なしと回答したのが 95%であった。2%が痒みが生じると回答した。他に乾燥する、ザラザラする、蒸れると回答した人はそれぞれ 1%であった。(Fig.2－31)

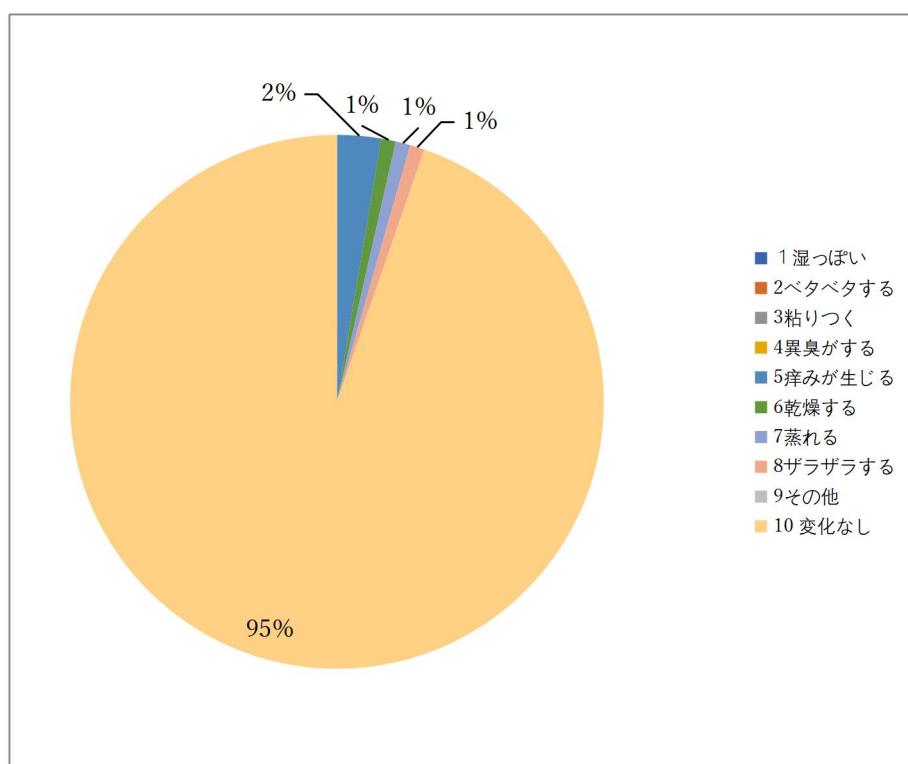


Fig.2－31 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for Vertical line

Fig.2－32 にVゾーンの体毛処理頻度のアンケート調査結果を示す。Vゾーンの体毛処理頻度の質問の回答者人数を100%とすると、Vゾーン全体を処理したことはないと回答した人は81%を占めていたが、習慣的に体毛処理するが11%、処理したことがあるが8%と、約2割が経験していることが分かった。(Fig.2－32)



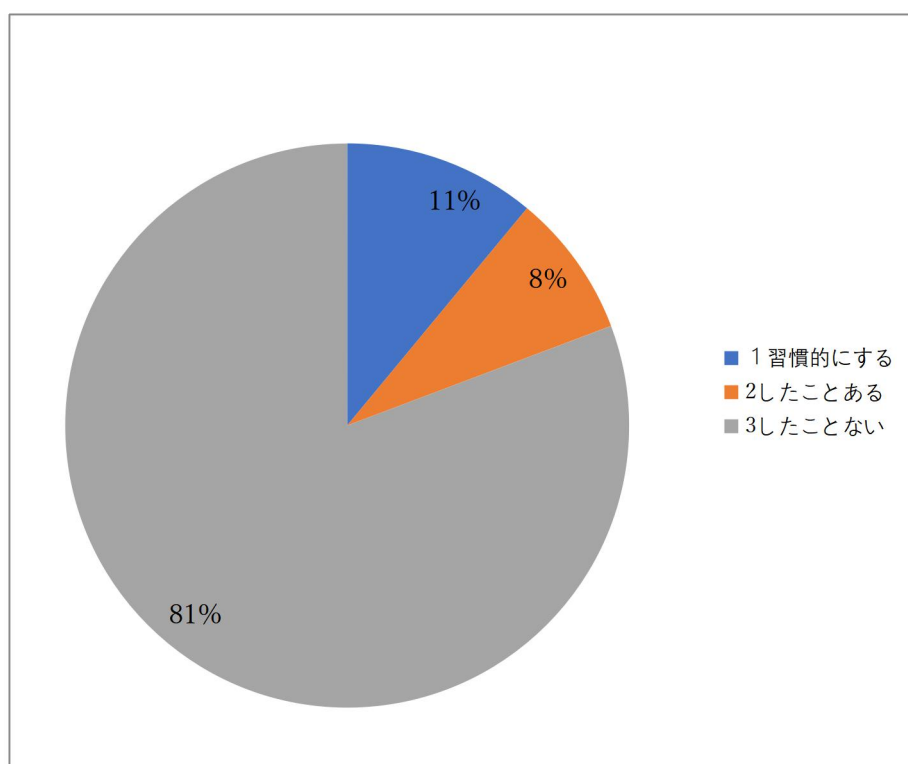


Fig.2-32 Frequency of hair treatment for Genital area

Fig.2-33 に V ゾーン体毛処理方法のアンケート調査結果を示す。V ゾーン全体の体毛処理方法で最も多いのは、剃刀で 52%であった。次いでレーザー脱毛が 22%であった。ワックスとピンセットでの処理は 9%、市販脱毛器、除毛クリームが 4%であった。

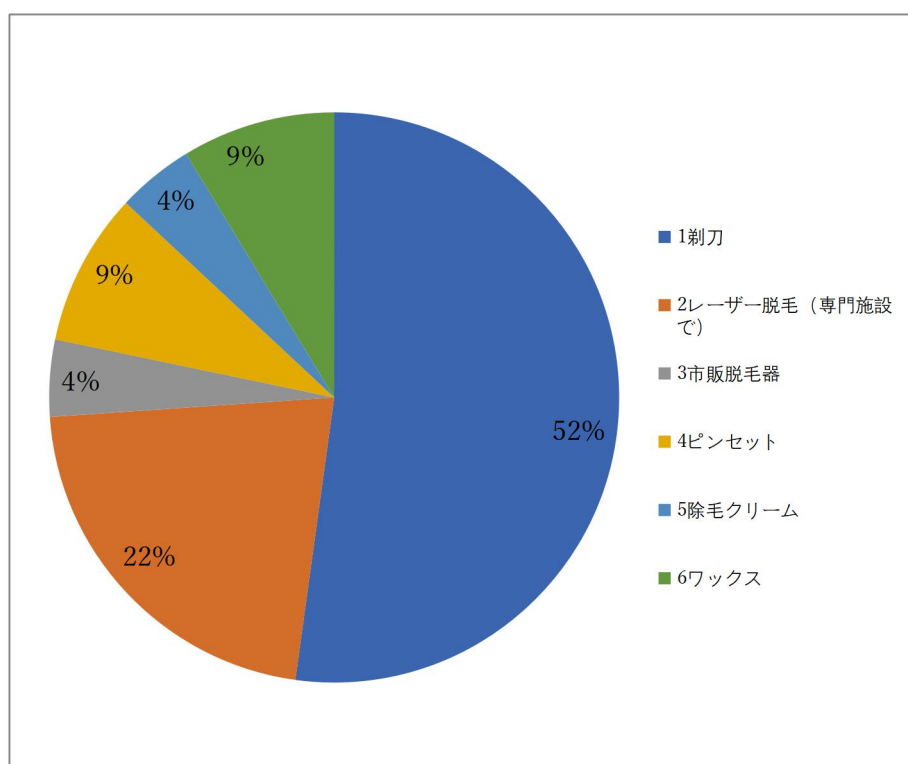


Fig.2－33 Hair treatment method for Genital area

Fig.2－34 にVゾーン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化のアンケート調査結果を示す。Vゾーン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化の質問の回答者人数を100%とすると、処理後、皮膚の感じ方に変化なしと回答したのは95%であった。痒みが生じる、乾燥するがそれぞれ2%であった。他に1%がザラザラすると回答した。

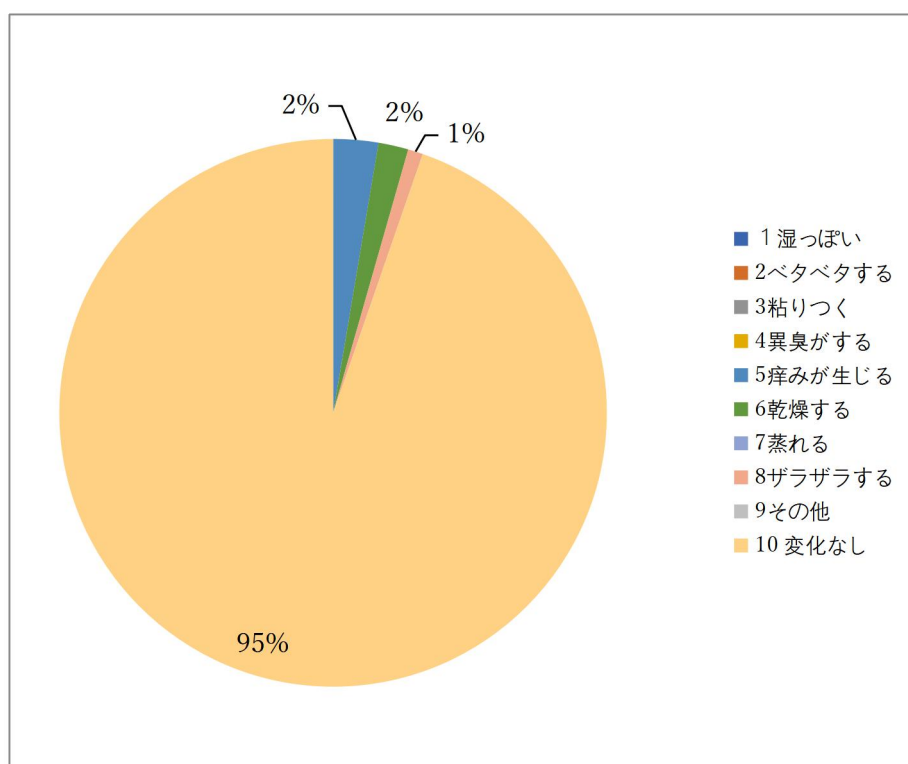


Fig.2-34 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for  
Genital area

Fig.2-35 に O ラインの体毛処理頻度のアンケート調査結果を示す。O ラインを処理したことはないと回答した人は 88%で、9 割近くの高い割合を占めていた。習慣的に体毛処理するのは 8%、処理したことがある人は 4%あった。(Fig.2-35)

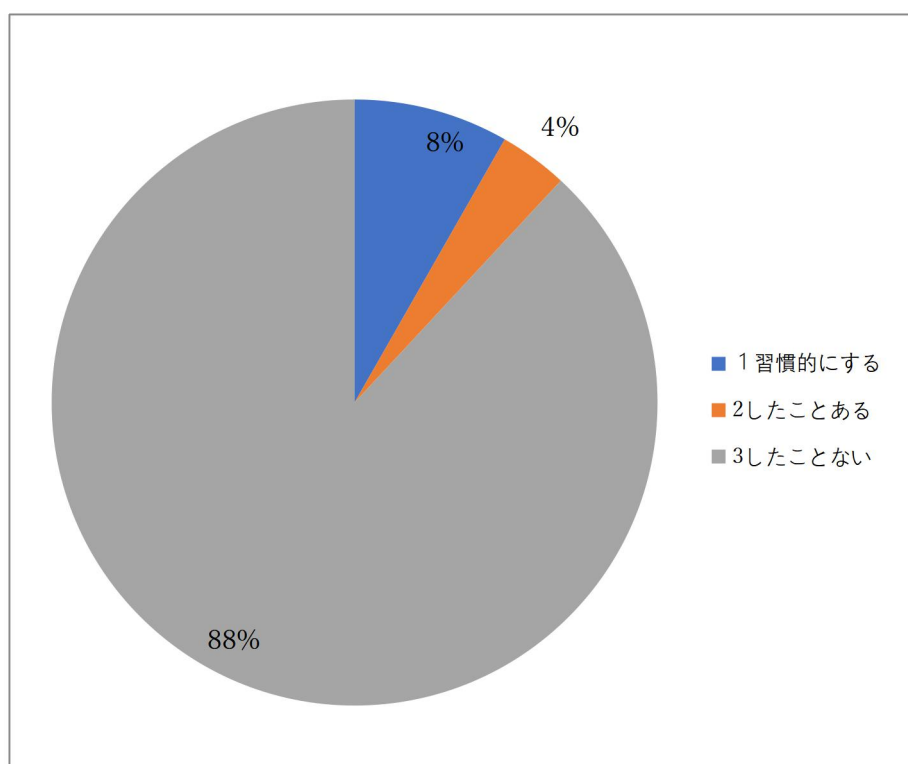


Fig.2-35 Frequency of hair treatment for Rear

Fig.2-36 に O ラインの体毛処理方法のアンケート調査結果を示す。O ラインの体毛処理方法として最も多いのは剃刀で、53%、次いでレーザー脱毛が 27%であった。ワックスとピンセットが 7%、市販脱毛器が 6%使用されていることが分かった。

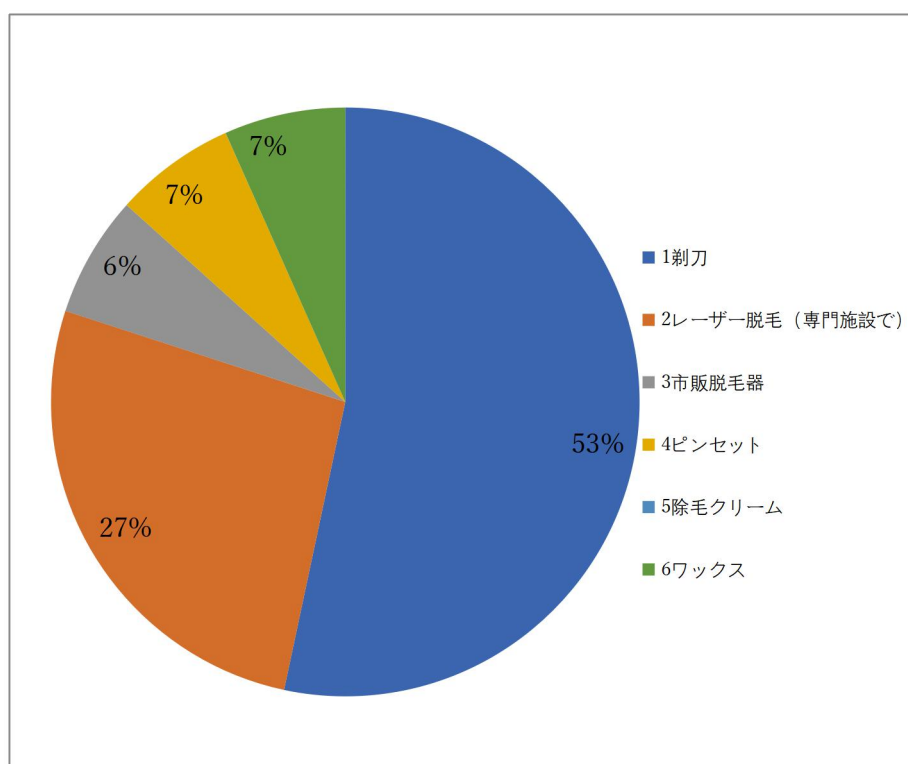


Fig.2－36 Hair treatment method for Rear

Fig.2－37 に O ライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化のアンケート調査結果を示す。O ライン体毛処理後の感じ方の変化、皮膚の変化の質問の回答者人数を 100%とすると、理後、皮膚の感じ方に変化なしと回答した人は 95%で非常に高い割合であった。一方湿っぽい、ベタベタする、痒みが生じる、乾燥する、ザラザラするはそれぞれ 1%の回答であった。

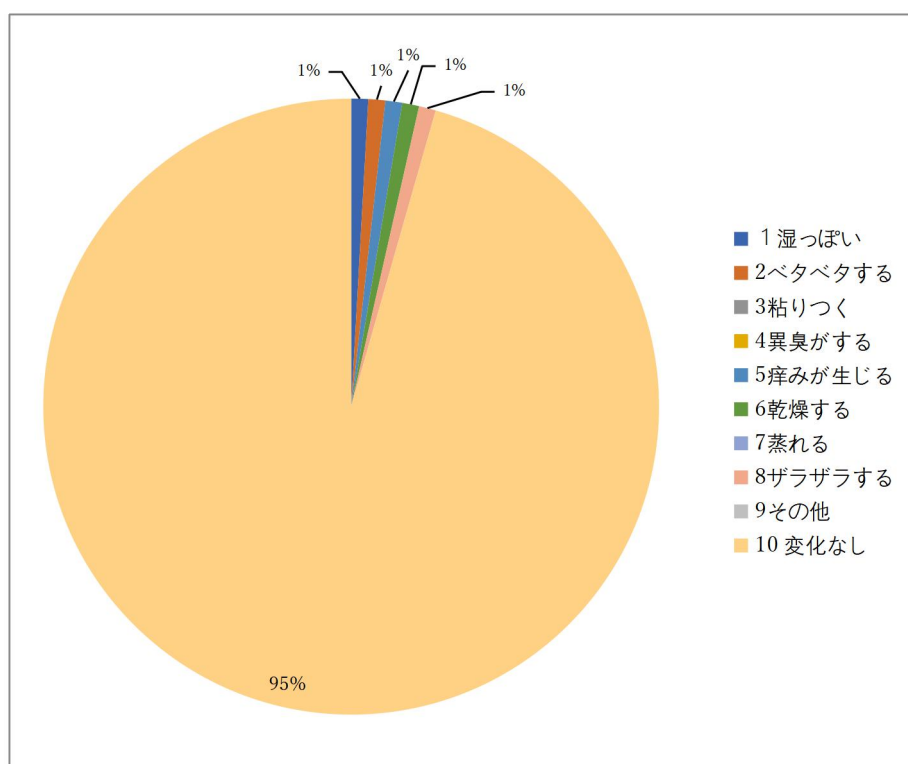


Fig.2-37 Changes in feeling and skin changes after hair treatment for Rear

## 2.4 考察

大学生を対象としたアンケート 1 の結果から、デリケートゾーンに当たる V ライン、I ライン、V ゾーン全体、O ラインの体毛処理経験の回答は 31%~12%で、文化祭来場者に対するアンケート 2 でも、同部位の処理の経験は 40%~11%と、比較的高い値を示した。デリケートゾーンの体毛処理は特殊なものではなく一定の層には定着していることが推察された。

体毛処理頻度を比較すると、体毛処理をしたことがある、あるいは習慣的にする人は、V ライン 37%、I ライン 17%、V ゾーン全体 16%、O ライン 12%と回答した。V ラインは処理経験者が多く、他の部位、特に O ラインは経験者が少なかった。

体毛処理方法としては、全ての部位で剃刀が最も多く、次いでレーザー脱毛であった。市販脱毛器は O ライン以外で 1 割前後で使用されていた (V ラインは剃刀 44%、レーザー脱毛 31%、市販脱毛器 13%であり、I ラインは剃刀 45%、レーザー脱毛 33%、市販脱毛器 11%であり、V ゾーン全体は剃刀 37%、レーザー脱毛 37%、市販脱毛器 13%であり、O ラインは剃刀 67%、レーザー脱毛 33%)。デリケートエリアに対する体毛処理に使用頻度が高いのは、剃刀及びレーザー脱毛であった。レーザー脱毛、市販脱毛器とも近年流行り出した処理方法であり、デリケートエリアの体毛処理の増加は、これらの処理方法が広まったことを反映していると思われる。また、文化祭来場者を対象としたアンケート調査から、体毛処理の目的としては、66%の人が見た目を気にするためと回答したが、デリケートエリアは目に付きにくい部位であり、デリケートエリアの体毛処理目的はマナーだと思っている人が 22%いたことから、他の部位とは異なる目的と考えられる。

体毛処理後の皮膚の感じ方の変化、皮膚の変化については、変化なしの回答が V ライン 76%、I ライン 88%、V ゾーン全体 83%、O ライン 91%である。V ラインは他の部位に比べて経験者が多いため、変化を感じる割合が高いものと考えられる。体毛処理後の感じ方に変化及び皮膚の変化を感じたと回答したのは 9%~24%であった。体毛処理によりショーツ内環境の温熱条件、あるいは触感が変わり、着用感に影響を与えている可能性が示唆された。

文化祭来場者対象をした 10~60 才台のアンケート 2 より、体毛処理頻度を比較すると、V ラインは 40%が体毛処理をしたことがある又は習慣的にすると回答し、極めて高い割合であることが示された。それは今回の回答者の 85%が女性であり、比較的若い世代である 10 代、20 代、30 代が全体の 3/4 を占めていることによるものと思われる。若い女性は流行に敏感と考えられるため、近年広まってきたデリケートエリアの体毛処理に関心を持つ人

が多いと考えられる。また、専門サロンの利用について質問した結果、25%近くの人を使用していることが明らかとなり、比較的高い割合で専門サロンが利用されていることが確認できた。

体毛処理方法について、使用頻度が上位の方法は、Vラインは市販脱毛器 43%、剃刀 32%、レーザー脱毛 18%で、Iラインは剃刀 55%、レーザー脱毛 25%である。Vゾーン全体は剃刀 52%、レーザー脱毛 22%であり、Oラインは剃刀 53%、レーザー脱毛 27%である。デリケートエリアに対して多く使用されるのは、剃刀とレーザー脱毛であった。また、Vラインでは市販脱毛器を使用する人が剃刀、レーザー脱毛に上回って 5 割近くの値であった。これは女子大学生と異なる結果であるが、市販脱毛器は剃刀に比べると効果であるためこの結果になった可能性がある。

体毛処理後の皮膚の感じ方の変化及び皮膚の変化については、変化なしの回答がVラインは 81%、Iライン 95%、Vゾーン全体 95%、Oライン 95%であり、大学生対象のアンケートの割合より高かった。同時に体毛処理後の感じ方の変化及び皮膚の変化を感じたと回答したのは 5%~19%で女子大学生よりも低い傾向を示した。これは体毛処理方法の違いと思われる。大学生対象のアンケートでは主に使われている方法は剃刀であったが、文化祭来場者対象のアンケートでは市販脱毛器、レーザー脱毛の割合が高くなっており、剃刀より性能の向上した器具を用いることによって肌のトラブルが少ない結果となったものと思われる。

これら 2 つのアンケート結果より、多くの部位で体毛処理の経験がある回答者が多く、その方法は多くが剃刀による剃毛であることが分かった。そこで本研究では、体毛処理方法を剃刀による剃毛とすることとした。



また体毛処理による皮膚変化を経験している回答者が一定数いることが確認できた。これらの変化は体毛処理によるショーツ内環境の温熱的条件の変化や、それに伴う細菌の発生、それに伴う臭いなどを引き起こす可能性を示している。この可能性を確認するため、次章以降、衣服内温湿度、皮膚細菌叢、体臭成分に関する検討を行うこととした。

## 2.5 まとめ

女子大学生及び本学文化祭来場者を対象とする2つのアンケート調査によって、体毛処理に関する頻度、方法、その皮膚変化の体験等を調査し、その実態を把握した。

主たる結果は以下の通りである。

- ① 本研究が調査対象とする部位であるデリケートエリアの体毛処理はしたことがあるを含めると1割以上が経験していることがわかった。
- ② 体毛の処理方法ではVライン、Iライン、Vゾーン全体、Oラインはそれぞれ44%、55%、52%、53%と剃刀が一番使われていることがわかった。
- ③ 一定数の割合で専門サロンにおけるレーザー脱毛経験者が存在した。
- ④ 本研究では頻繁に利用されている体毛処理方法として剃刀による剃毛を採用することとした。

1. なめ田明男;健康者の毛髪の比重について;日本皮膚科学会雑誌 73(2), 114, (1963)
2. 白倉 毅;本邦人体毛について (前承) 陰毛について;日医大誌第 27 卷第 5 号,  
134~156(1960)

### 第 3 章. 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響

### 第3章. 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響

#### 3.1 緒言

ショーツは男女問わず,日常生活中必要不可欠な衣料品である。快適なショーツ内環境を作るには,ショーツで覆うデリケートエリア(陰部)に起こる皮膚トラブルに注目すべきと考える。小林製薬が2016年に20~40代6,000名の女性を対象に実施したアンケート調査の結果を見ると,対象者の51%がデリケートエリアにトラブルを抱えていることが分かった。トラブルの種類を見ると痒み,ニオイ,ムレ,かぶれが上位を占めている<sup>1)</sup>。このことから,本章では,痒み,ニオイ,かぶれと関わりが深い皮膚常在菌叢に着目し,検討を行った。

筆者らは「第5章. 衣服内熱水分環境」において,体毛処理により,ショーツ内温度・相対湿度が低下する傾向があることを見出した。なお,Fig. 3-1に示すように温度と湿度は細菌の生育状況に大きく影響することが知られている<sup>2)</sup>。そこで本章では,体毛処理が皮膚常在菌叢に及ぼす影響を評価することを目的とした。

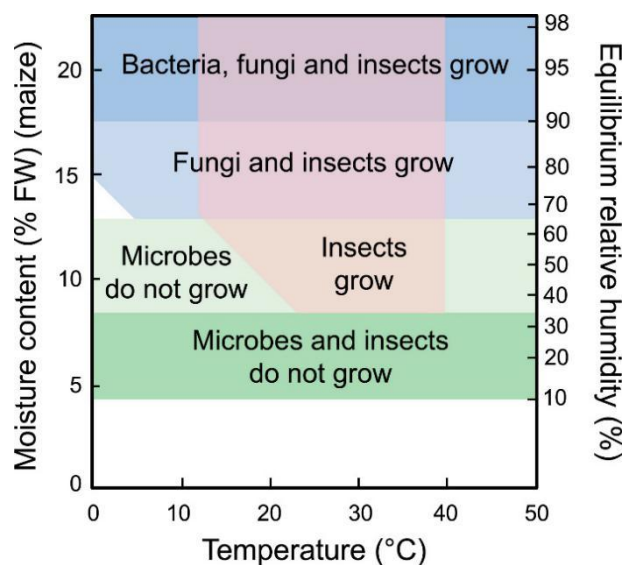


Fig. 3-1 Diagram illustrating the combinations of temperature and MC (or ERH) at which different organisms can grow in storage.video<sup>2)</sup>

本章で検討する皮膚常在菌とは健康なヒトの皮膚表面に通常に存在する細菌のことである。RNA の塩基配列に基づいた分類方法により,微生物は古細菌,真核生物および真正細菌に区分されている。細菌とは,分類学上の真正細菌の一つ,あるいはそこに含まれる生物のことである。<sup>3)</sup>

細菌を分類する方法として,RNA の塩基配列に基づいた分類以外に形態・グラム染色・好嫌気などの方法がある。<sup>4)</sup> 細菌を形態で分けると,球菌,ラセン菌,桿菌,及びビブリオの 4 種類に分けられる。菌の並び方で分けると,連鎖球菌,ブドウ球菌に分類される。<sup>3)</sup>

グラム染色は色素によって染色する方法の一つで 1884 年デンマークの学者 *Christian Gram* によって発明された。細胞壁の構造によって染色性の異なる細菌についてグラム染色

により分類される。グラム染色によって紫色に染まるものをグラム陽性菌,赤く染まるものをグラム陰性菌と呼ばれる。<sup>3-4)</sup>

その他の分類法として,酸素に基づく代謝機構を備えた好気性菌と増殖に酸素を必要としない嫌気性菌とに分ける方法がある。好気性菌のエネルギーは基質を酸化することにより獲得する。エネルギー転換する過程では酸素を利用し、その中でも3つのタイプに分けられる。①酸素が無いと生育できない偏性好気性菌,②酸素が全く無いと生きられないが,少量の酸素を含んだ生育環境を必要とする微好気性菌,③酸素があっても無くても生育できる通性嫌気性菌に分けられる。いずれの好気性菌も細胞内外の多くの部分を嫌氣的な成分が占め,酸素は特定の好氣的な部分でしか存在しない。<sup>3-4)</sup>

一方、嫌気性菌は2つのタイプに分類される。①酸素存在下でも生育できる通性嫌気性菌, ②酸素の濃度が21%ほどの空間中では死滅する偏性嫌気性菌である。③酸素を利用しないが大気中でも生存可能なものを耐酸素性細菌と呼ばれる。<sup>3-4)</sup>

皮膚常在菌叢は身体の部位によって異なるという報告 (Fig.3-2) があるが<sup>5-7)</sup>,デリケートエリアにおける皮膚細菌叢についての報告が甚少である。そこで,本章ではデリケートエリアの皮膚常在菌叢を構成する菌種の同定と定量を行った。

さらに,デリケートエリアの体毛処理が皮膚常在菌叢に及ぼす影響について評価した。次いで,皮膚常在菌叢を構成する菌のバランスが崩れると皮膚トラブルに発展することが分かっているため,体毛処理による皮膚常在菌叢の変化と皮膚トラブルとの関係について考察した。

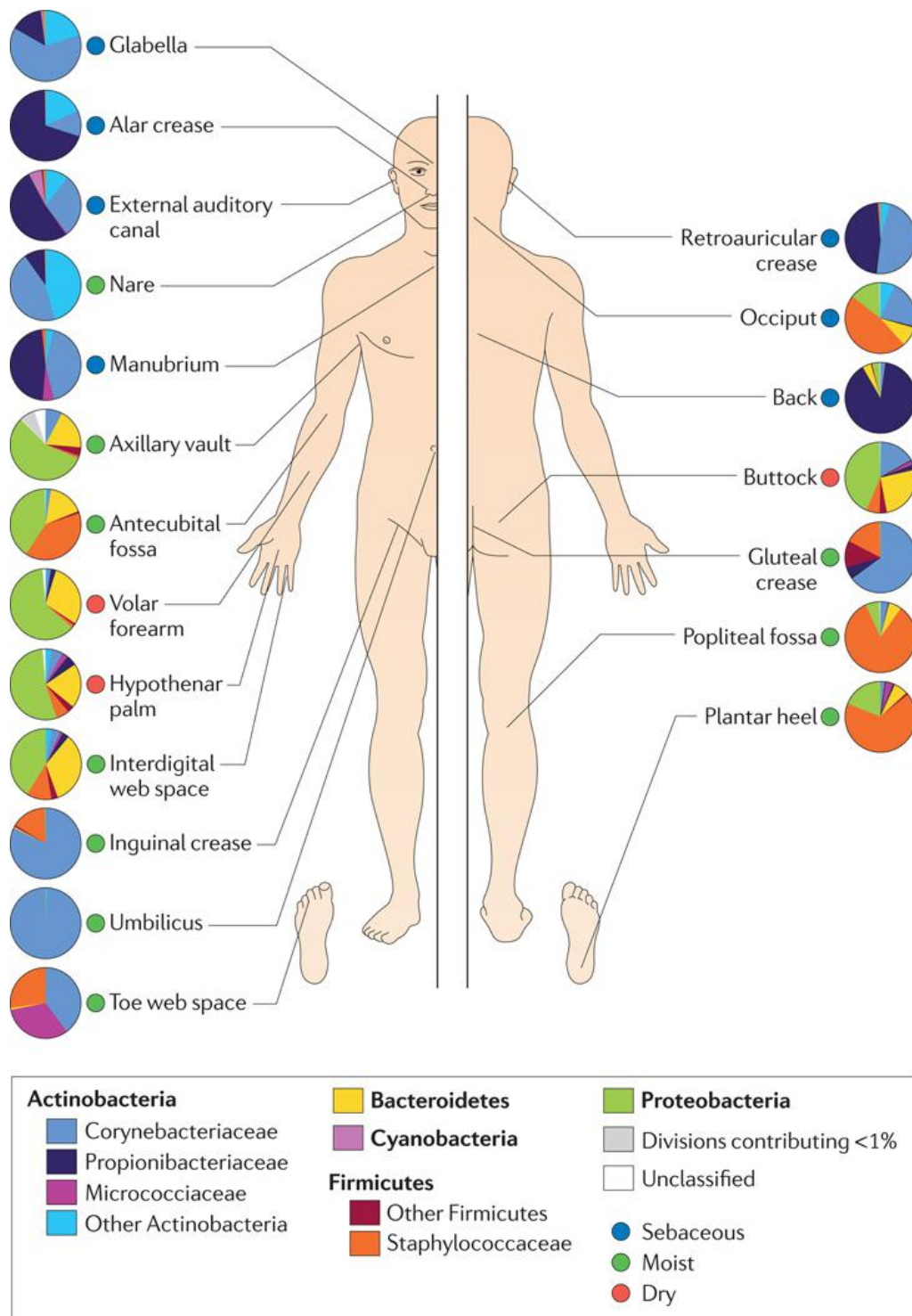


Fig. 3-2 Topographical distribution of bacteria on skin sites<sup>6-7)</sup>

## 3.2 実験方法

### 3.2.1 被験者

被験者は健康な 24～32 歳 ( $27.3 \pm 4.7$  歳) の女性 7 名である(一部の被験者は第 4 章,第 5 章,第 6 章同様)。試料採取に当たっては月経期を除外した。被験者に対して, 剃毛による体毛処理に同意するかどうかを, 事前の聞き取り調査にて確認した。体毛処理を了承したのは 7 名中 6 名の被験者であった。被験者のうち, あらかじめ体毛を処理していた参加者が 2 名, 処理しない参加者が 1 名, 体毛処理及び未処理の両方の参加者が 4 名であった。以下, 体毛を処理した被験者群を剃毛群, 未処理の被験者群を未処理群と呼ぶ。

この実験の候補者は本学内の大学院の在校生及び卒業生に対して公募した。本実験における被験者の分類基準を以下に述べる。

第 1 の分類は剃毛群,未処理群両方に属する被験者(体毛処理前後のデータがある)以下の 2 つの条件を満たした。

- ①陰部の体毛処理を行ったことがない。
- ②実験において自分で剃毛を行うことに同意する。

両群に属する 4 人の被験者は 2 回実験を行った。一回目は実験前日に配布した石鹸を使用してシャワーを浴びた後,実験を終えるまで配布したショーツを装着した。二回目は,実験前日に配布した石鹸を付けてから体毛を全部剃り,その後シャワーを浴び一回目同様,実験を終えるまで配布したショーツを装着した。一回目の実験と二回目の実験の間隔は 3 日から 7 日の間でであった。

第二の分類は体毛を処理しない被験者,つまり未処理群にのみ属する被験者 1 名である。



これらの被験者は陰部の体毛処理を行ったことがなく、実験において自分で剃毛を行うことに同意しなかった。

第三の分類は剃毛群にのみ属する被験者 2 名であり、陰部の体毛処理を 2 ヶ月以上半年以内に行っており、実験において自分で剃毛を行うことに同意する場合である。

これらの被験者の体毛処理方法を確認したところ、剃刀による剃刀による剃毛であった。剃刀による剃毛は 2 ヶ月以上経つと剃刀による皮膚へ影響がほとんどなくなるとされる。また半年以内であるため、体毛が完全に生え揃っていない可能性がある<sup>11)</sup>。このため未処理群には属さず、剃毛群にのみ属するものとした。

被験者の身体特性及びグループ分け情報を Table3-1 に示す。

Table 3-1 Characteristics of subjects

Subjects	Age (yrs.)	Height (cm)	Body weight (kg)	Hair		The period from last Pubic hair treatment to experime	
				Shaving	No shaving	Never	2 months~6 months
A	24	160	51	○	○	○	
B	29	160	60	○	○	○	
C	27	162	49	○	○	○	
D	24	163	44	○	○	○	
E	32	154	50	○		○	○
F	23	158	44	○		○	○
G	32	155	45		○		
Average	27.3	158.9	49				
SD	3.8	3.4	5.7				

### 3.2.2 実験手順

被験者には配布した石鹸のみを使用して実験前日にシャワーを浴び、シャワー後に薬品や化粧品類を一切使わないよう伝えた。また、剃毛群は配布した剃刀を使用してショーツ内の

体毛を全て除去するよう伝えた。実験当日 13 : 00 に文化学園大学において菌採集キット (S-KIN Pro : ワールドフュージョン社) を使用し,デリケートエリアの粘膜上部から 5cm 上の正中線周辺の 9cm<sup>2</sup> (3cm×3cm) において,採取液を浸した綿棒を回しながら 20 回こすりつけて拭き取り法により菌を採取した。

実験前後の被験者へのヒアリングにより,陰部及び周辺において全被験者が化粧品や薬品類を使用した経験がなかったことを確認した。

Fig. 3-3 に本体綿 100%,ウエスト部分ナイロン 89%,ポリウレタン 11% (無印良品製) のショーツ,Fig. 3-4 に使用した女性用剃刀 (T 型女性用かみそり (無印良品製)) ,Fig. 3-5 にシャワーで使用した石鹸 (着色料・香料・防腐剤・品質安定剤・アルコール無添加 皮膚アレルギーテスト済み (牛乳石鹸 無添加せっけん 牛乳石鹸共進社)) ,Fig. 3-6 に常在菌採集 kit (S-KIN Pro (株式会社ワールドフュージョン社製)) を示す。



Fig. 3-3 Underpants for the experiment<sup>9)</sup>



Fig. 3-4 Shaver<sup>10)</sup>



Fig. 3-5 Soap<sup>11)</sup>



Fig. 3-6 S-KIN Pro<sup>12)</sup>

### 3.2.3 菌体採取方法

Fig.3-7に皮膚常在菌の採集方法を示す。常在菌採集キット（株式会社ワールドフュージョン社製）を使用し、デリケートエリアの粘膜上部から5cm上の正中線周辺の9cm<sup>2</sup>（3cm×3cm）において、採取液を浸した綿棒を回しながら20回こすりつけて拭き取り法により菌を採取した（Fig.3-7）。採取した試料を冷蔵庫に保存し、3日以内に分析機関（ワールドフュージョン社）に送付し、委託分析により細菌叢の同定を行った。

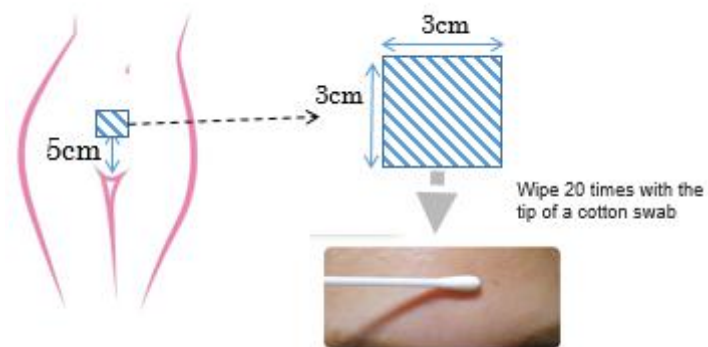


Fig. 3-7 The collection procedure of skin bacteria

### 3.2.4 細菌種の同定方法

Fig.3-8に分析のスキームを示す。試料より抽出した16SrRNAをIon 16S Metagenomics Kitにより増幅し,V2,3,4,6,7,8,9領域配列を,ION PGM シーケンサにより読み取った。その結果,質の低い塩基配列と120bp以下の短い塩基鎖は以降の解析から除去した。

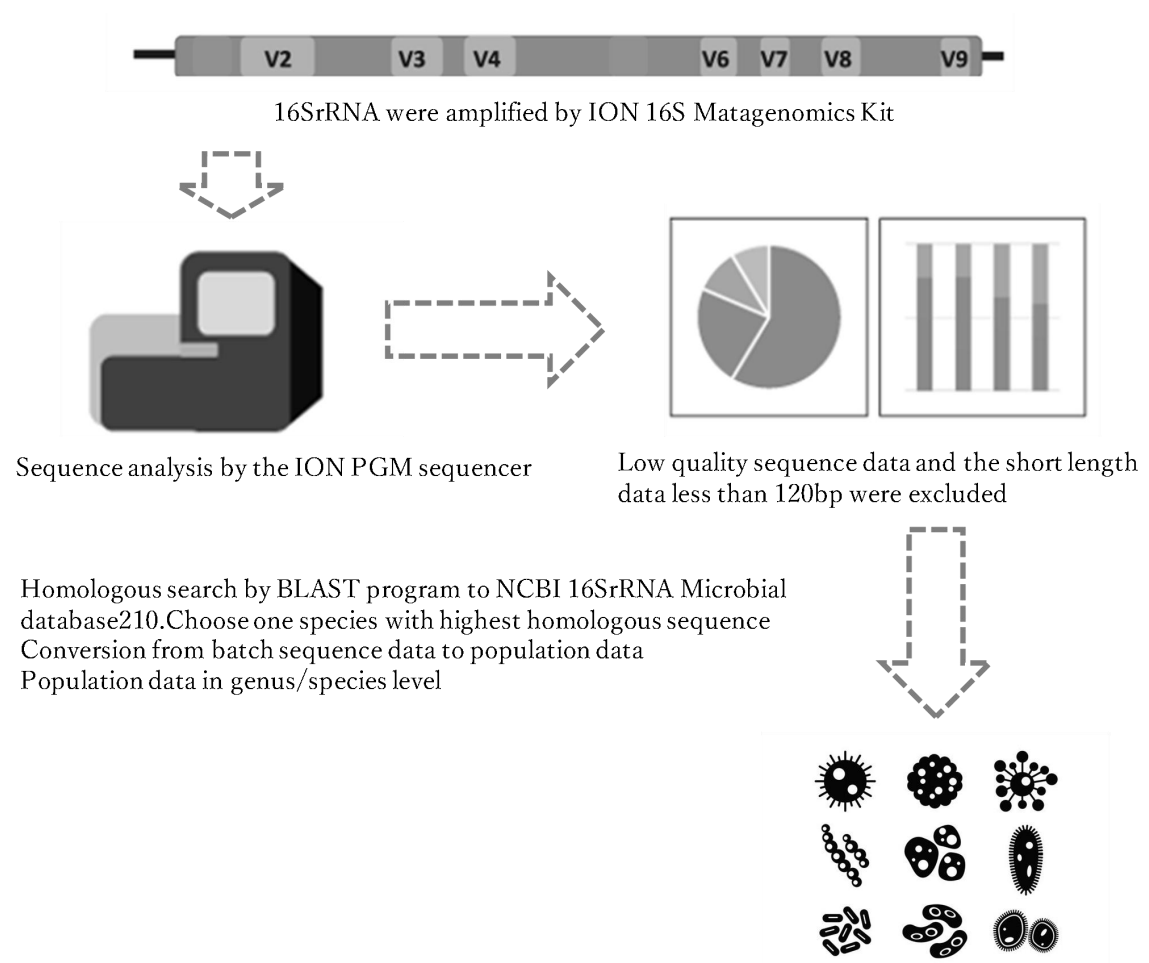


Fig.3-8 Analysis of population in bacterial species

-Conversion from batch sequence data to bacterial population data

16S rRNA について説明する。日本ビフィズス菌センター/腸内細菌学会（交易財団法人）によると rRNA とは、リボソームを構成する RNA であり、細菌では、その大きさによって 23S rRNA、16S rRNA、5S rRNA に分類される。それらをコードするのが rRNA 遺伝子（rDNA）である。rRNA はウイルスを除く全生物に存在し、タンパク質合成に関わる重要な分子であるため、進化速度が比較的遅く、種のレベルにおいて高い相同性を示すことが知られている。また、分子進化的中立説に基づいた塩基配列の置換率を用いることで生物の系統をより正確に、かつ、定量的に解析することが可能である。

Woose ら (*Proc. Natl. Acad. Sci.*87:4576-4579,1990) により *small subunits rRNA*(原核生物では 16S rRNA,真核生物では 18S rRNA) 遺伝子配列を用いた全生物の系統分類法が提案されたことから,細菌の系統分類には,約 1500 塩基の 16S rDNA 配列が用いられている。細菌分類の教科書といえる *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* も 16S rDNA の配列情報を基盤とする分子系統関係を反映させた新版が出版されている。

現在では 200 万配列以上の 16S rDNA 配列が決定され,日本 DNA データバンク, *GenBank* や *EMBL* などの公的な遺伝子バンクに登録されている。また,ミシガン州立大学の微生物センターにより,細菌の分類のための rDNA 配列のデータベースや解析支援アプリケーションが *Ribosomal Database Project* として提供されている。

細菌は,基準株との DNA-DNA ハイブリダイゼーションの相同性が 70%以上の場合,同種であると定義 (Wayne ら, *Int. J. Syst. Bacteriol.*37:463-464, 1987) される。しかし, DNA-DNA の相同性と 16S rDNA 配列の相同性には,相関が見られない (*Stackebrandt* ら, *Microbiology Today*.152-155,2006) こともある。たとえば,16S rDNA 配列の相同性がほぼ 100%であっても, DNA-DNA ハイブリダイゼーションの結果から別種である場合もある。したがって 16S rDNA 配列を用いた菌種同定のみでは注意が必要であるが,98.7%以上の相同性があれば,同種である可能性が高いと判定する。

### 3.2.5 実験期間

実験は 2018 年 10 月から 2019 年 3 月に実施した。実験室の温湿度条件は,環境温度が 18℃

～21℃ (mean±SD,19.7±1.0℃),環境相対湿度が 26%～38% (mean±SD,32±4%) であった。

### 3.2.6 統計的解析

同定された菌叢の結果は両群の比較の際には Welch's t-検定を実施し,両群に属する同一被験者における体毛処理・未処理の細菌叢の比較では *Lactobacillus crispatus* と *Lactobacillus iners* は Pearson's chi-square 検定を行った。いずれも危険率 5%未満 (P<0.05) の場合に有意性があると判定した。

## 3.3 結果

### 3.3.1 全検体結果

本実験において同定された菌種は 1,551 種と非常に多種であった。各検体から検出された全菌種について,総検出菌量中の占有率を算出した結果,ほとんどの菌種が 1 %未満であった。先行研究によると,ヒトの皮膚常在菌として最も頻繁に検出される細菌は *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Propionibacterium*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Acinetobacter*, *Janthiobacterium*, *Halomonas*, *Stenotrophomonas*, *Delftia*, *Comamonas*, *Corynebacterium*, *Kocuria*, *Microbacterium*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Sphingobacterium*, *Chryseobacterium*, と *Acidobacteria* (*Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Propionibacteriaceae*, *Corynebacteriaceae*, *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Staphylococcaceae*, *Cyanobacteria* の 8 門を含む)<sup>6-7,13-20)</sup> の 20 属である。本研究結果ではこれらの菌属が全て検出された。この 20 属の内, *Janthiobacterium* は未処理群からは検出されず,剃毛群においては 6 被験者中 4 名から検出された。

ここでは先行研究で頻繁に検出される皮膚常在 5 菌（属）に着目し，各群において検出された人数を Table 3-2 に示した<sup>20)</sup>。これらの細菌は剃毛，未処理の両群における全被験者で検出された。本研究で対象とする女性のデリケートエリアは，剃毛の有無に関わらず，身体の他部位と皮膚細菌叢における共通性を有していることが示された。

Table 3-2 Five bacteria genera commonly detected from human skin and the number of subjects in which they were detected.

	No. of subjects	
Bacterial genera	Shaving(n=6)	No shaving (n=5)
<i>Staphylococcus</i>	6	5
<i>Corynebacterium</i>	6	5
<i>Streptococcus</i>	6	5
<i>Propionibacterium</i>	6	5
<i>Pseudomonas</i>	6	5

### 3.3.1.2 全検体における平均占有率が 1%以上の菌種

各検体において占有率が全被験者の平均で 1 %を超える菌種をスクリーニングし,それらの占有率の平均値を示した (Fig 3-9)。その結果,16 種の菌種が抽出された。菌種は全検体における占有率の平均値の高い順に並べた。



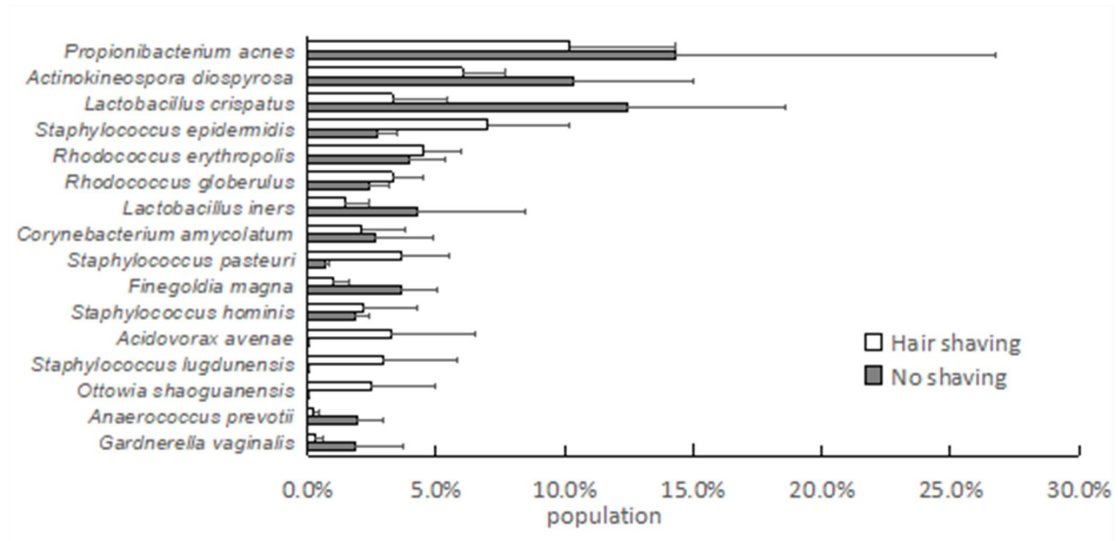


Fig. 3-9. Major bacterial species identified from both groups in this study. The bacterial species are listed in descending order of the average amount in all samples. Species that comprised more than 1% of population are shown. Hair shaving group n=6, No shaving group n=5, mean  $\pm$  SEM.

これらのうち、皮膚上での機能が比較的解明されている *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Finnegoldia magna* の 3 菌種の機能について述べる。最も占有率の大きかった *Propionibacterium acnes* は一般にニキビの原因アクネ菌として知られている。約 100 年前にニキビから分離され、ヒトの肌では最も存在量が多い細菌である。また、その存在は肌の皮脂が過剰に分泌される状態と関係している一方で、皮膚の酸性度を調整して弱酸性にする働きがあると言われている<sup>21,22)</sup>。弱酸性の肌では悪玉菌として知られる黄色ブドウ球菌の増殖が困難になるため、悪性度の高い菌の増殖を抑えることで肌を守る常在菌として重要な役割を担っていると考えられている<sup>17~20)</sup>。

*Staphylococcus epidermidis* は表皮ブドウ球菌と呼ばれる。皮膚に良い影響を与える働きを持ち、“肌の善玉菌”と認識されている<sup>23,24)</sup>。

*Fingoldia magna* は、嫌気性菌で日和見病原菌として知られ、慢性化した創傷部位や褥瘡の皮膚表面で高頻度に検出される皮膚常在菌である<sup>25,26)</sup>。産生する SurfA タンパクは皮膚上皮の炎症部位において宿主から産生される抗菌性ケモカイン MIG/CXCL9 を分解して無効化する作用があると報告されている<sup>27,28)</sup>。

### 3.3.2 体毛処理/未処理群比較

全検体において占有率の平均値 1 %を超える 16 の菌種 (Fig. 3-9) を Welch's t-検定を行った結果、処理群と未処理群に有意差は認められなかった。

#### 3.3.2.1 菌種の多様性

##### 3.3.2.1.1 菌種数

Fig. 3-10 に両群における平均細菌種数の比較を示した。平均菌種は処理群の 400 種に対し未処理群は 302 種であった。また、全検体において処理群では 1,308 種、未処理群では 915 種が検出された。

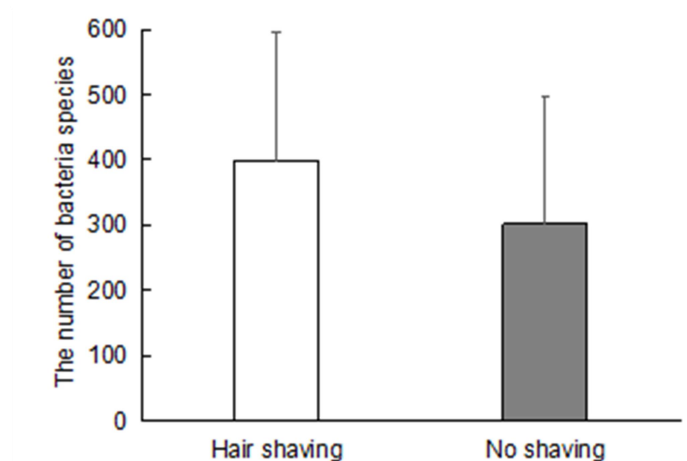


Fig. 3-10. The number of bacteria species identified in this study. Hair shaving group n=6, No shaving group n=5, mean  $\pm$  SEM.

### 3.3.2.1.2 多様性指数

Table3-3にSimpsonの多様性指数及びShannon指数を示す。生物学的種多様性には種の豊富さ (species richness) と均等度 (evennessまたはequability) の2つがある。一般に、種の数が多いほど群は多様であるが、群集に含まれる種の数と同程度であっても、特定の種の個体数が多く他の種の個体数が少ない場合、多様性は低くなる。多様性指数 (diversity index) として複数の指数が提唱されている。本研究ではSimpsonの多様性指数DとShannon指数H' を用いて検討することとした。Simpsonの多様性指数は(1)式により求め、0-1の値をとり、1に近いほど様々な種類の菌が均等に存在すること、つまり多様性が高いことを示す。Shannon指数は(2)式により求められる。この数値が高いほど多様性が高いことを表す。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad \dots (1)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad \dots (2)$$

ここで S : 群集に含まれる種の数,  $p_i$  : 種 i の個体数が全個体数に占める割合を示す。

Table 3-3 Simpson index · Shannon Entropy

Subjects	Simpson's Index		Shannon Entropy	
	Hair shaving	No shaving	Hair shaving	No shaving
A	0.97	0.9	6.13	4.62
B	0.91	0.95	5.02	5.74
C	0.95	0.82	6.07	3.81
D	0.89	0.57	4.53	2.85
F	0.91		4.79	
G		0.93		5.1

Fig. 3-11, Fig. 3-12に剃毛群と未処理群別の平均Simpson多様性指数及びShannon指数を示す。Simpson多様性指数は剃毛群が0.92,未処理群が0.83であった。また,Shannon指数は剃毛群が5.20,未処理群が4.42であった。いずれの項目も有意差は認められなかったものの,剃毛群の方が未処理群より高値を示し,剃刀による体毛処理により菌の多様性が増すことが示唆された。また,剃毛群と 未処理群の両方を実施しているAからDのみの結果 (Fig. 3-13 Fig. 3-14) においても同様の傾向を示した。

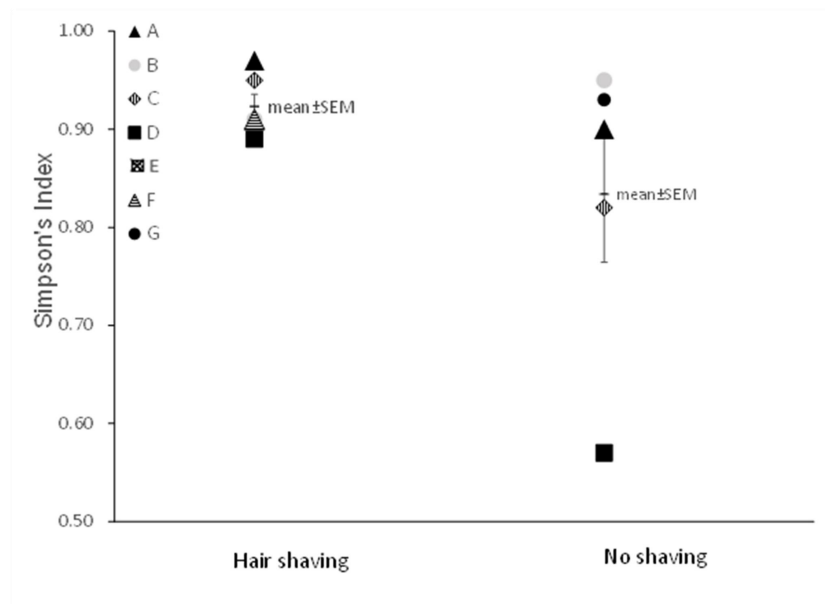


Fig. 3-11. Comparison of the Simpson index between the groups. Hair shaving group n=6, No shaving group n=5, mean  $\pm$  SEM.

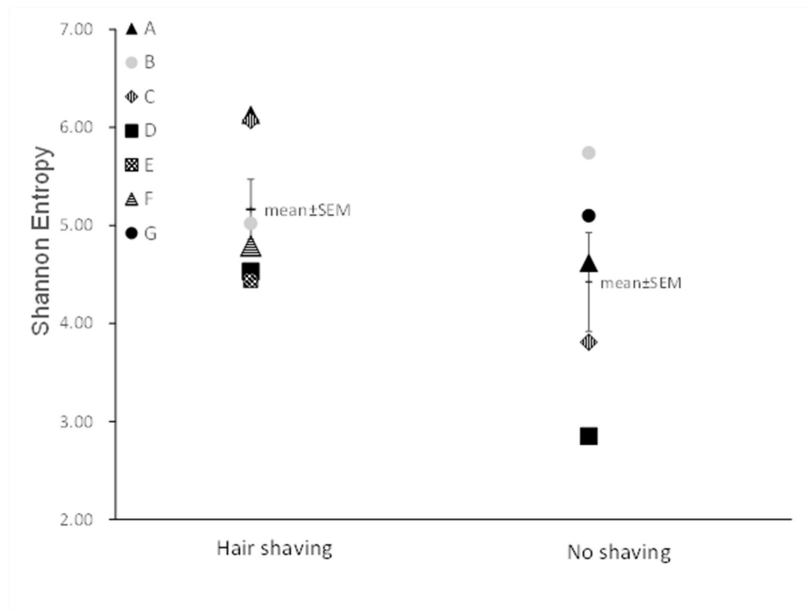


Fig. 3-12 Comparison of the Shannon Entropy between the groups. Hair shaving group n=6, No shaving group n=5, mean  $\pm$  SEM.

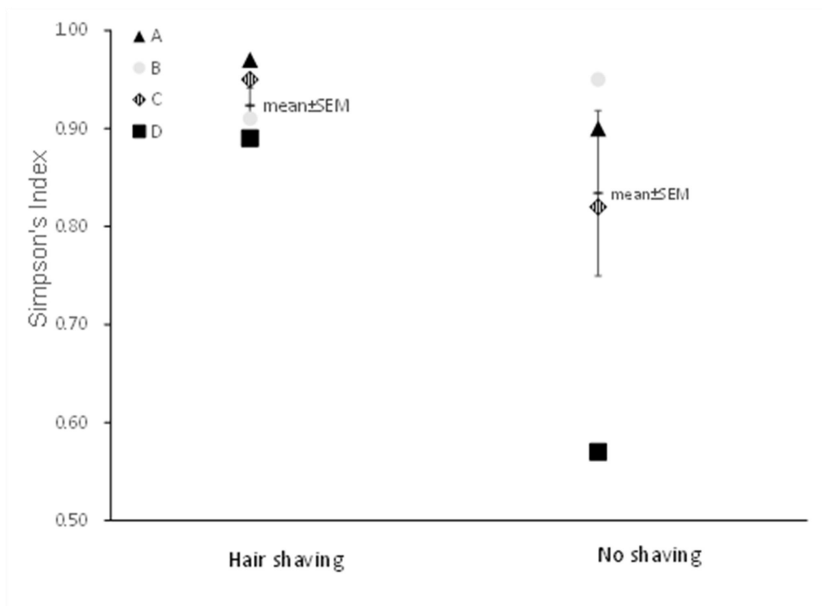


Fig. 3-13 Comparison of the Simpson index between the groups for four subjects(A-D). Hair shaving group n=6, No shaving group n=5, mean  $\pm$  SEM.

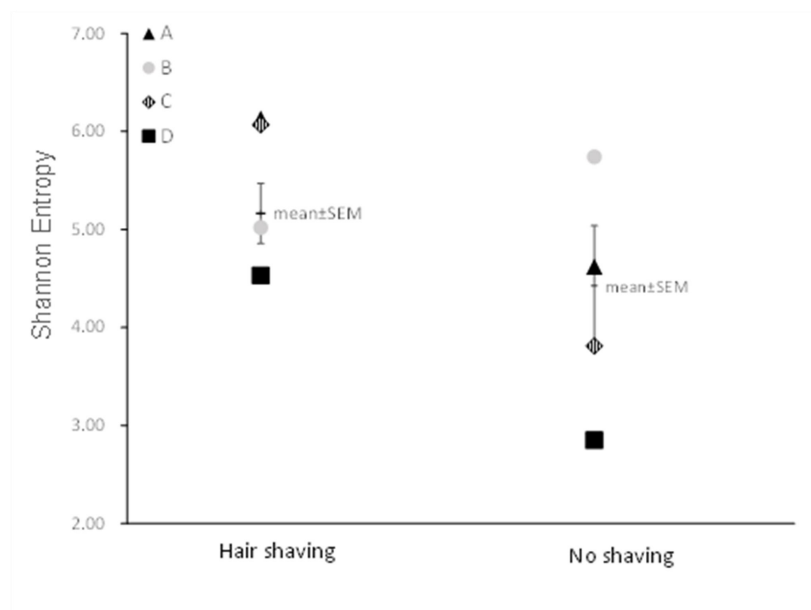


Fig. 3-14 Comparison of the Shannon Entropy between the groups for four subjects(A-D). Hair shaving group n=6, No shaving group n=5, mean  $\pm$  SEM.

### 3.3.2.1.3 各菌種の検出率

Fig. 3-15 に剃毛群と未処理群の各菌種の占有率を示す。各菌種の占有率の変化を観察すると、剃毛群の方が各菌種の占める割合が小さく、細分化した。Table3-4 に各検体上位 3 菌種における合計占有率の結果を示す。両群で比較すると、剃毛群は 24.1%～47.4%と、いずれも 50%を超えることはなかったが、未処理群は 32.5%～73.4%となり、5 名中 2 名は 50%を超える結果となった。体毛処理により皮膚常在菌層の多様性が高まる傾向にあることが示唆された。

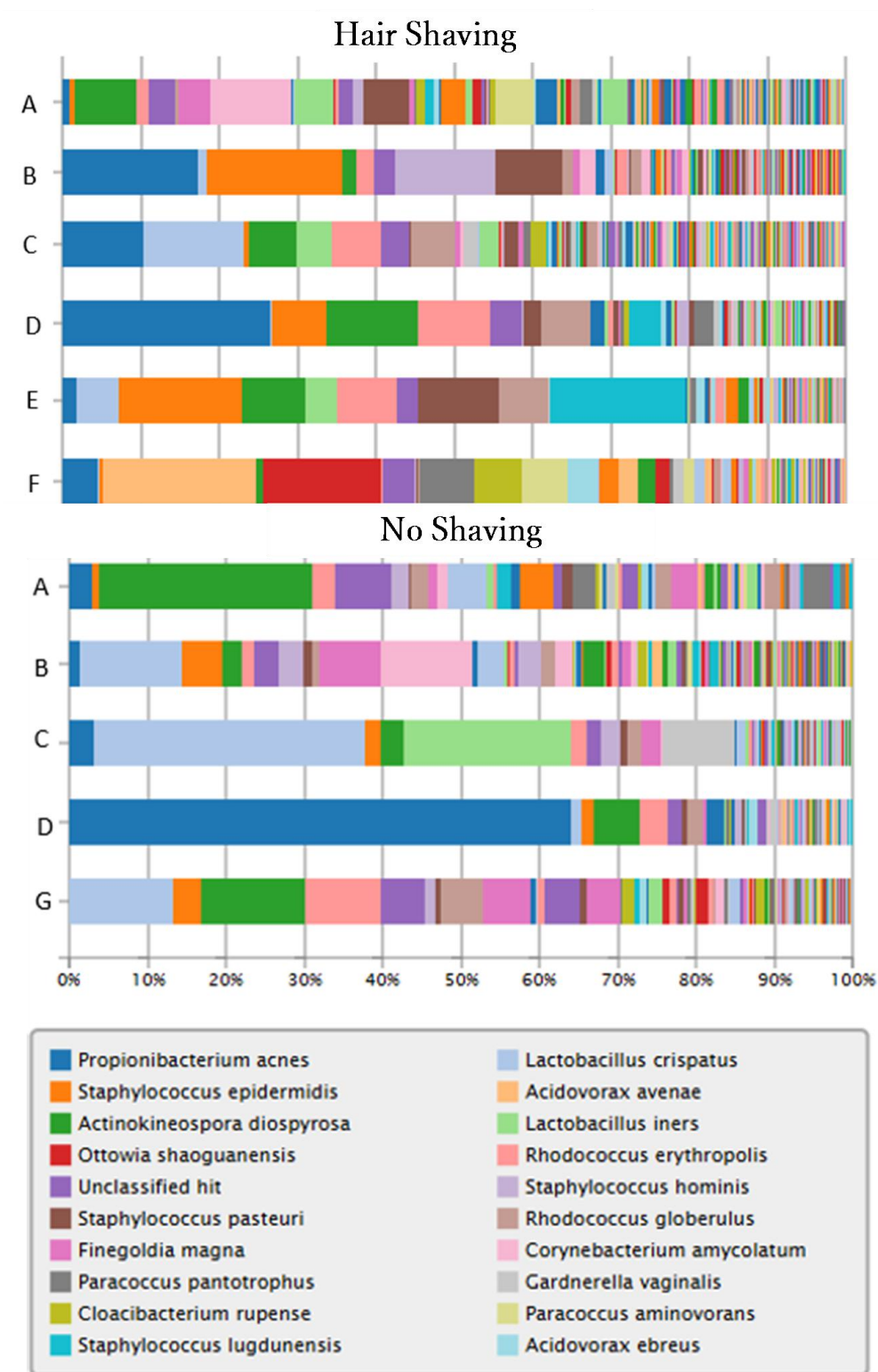


Fig. 3-15 Detection rate of various bacteria in Hair shaving group and No shaving group.

Table3-4 Total detection rate of top 3 strains of each sample.

Hair shaving	Occupancy rates(%)	No shaving	Occupancy rates(%)
A	24.1	A	36.6
B	47.4	B	32.5
C	29.5	C	64.9
D	47.3	D	73.4
E	43.7	G	35.9
F	41.4		

#### 3.3.2.1.4 体毛処理/未処理群別検出された菌種

剃毛群からのみ検出された菌種を Table3-5 に示す。未処理群では検出されないが、剃毛群のうち半数以上である 3 名から検出された菌種は 22 種あった。また, *Kocuria atrinae*, *Paracoccus pantotrophus*, *Rothia mucilaginosa* の 3 菌種が 5 名中 4 名以上という高い確率で検出された。これらの菌は体毛処理によるデリケートエリアの皮膚常在菌叢変化の一端を担っていると考えられる。

22 種の菌種の内, グラム陽性菌が 32% (7 種), グラム陰性菌が 68% (15 種) を占めていた。一方, 通性嫌気性菌の *Aeromonas hydrophila* を除く 21 種の内, 好気性菌が 67% (14 種), 嫌気性菌が 30% (7 種) を占めていることが分かった。以下, これらの菌について説明する。

#### *Kocuria atrinae*

*Kocuria atrinae* はグラム陽性, 好気性の放射菌である。人間の皮膚や口腔の正常な細菌叢であると報告されており, *Kocuria* 種による感染の報告は, 20 世紀後半に目立つようになり, その病原性の可能性を示す増加傾向を示している。*Kocuria* の分離に関連する感染症尿路感



染症,胆嚢炎,カテーテル関連菌血症,涙嚢炎,小管炎,角膜炎,腹膜炎,下行壊死性縦隔炎,脳膿瘍および髄膜炎が含まれる<sup>28-42)</sup>。*Kocuria* 属に関連する感染症に関連する素因には,先天性奇形(短腸症候群),慢性カテーテル法(全非経口栄養の場合),悪性腫瘍(卵巣癌,胃癌,骨髄異形成症候群,急性骨髄性白血病,非ホジキン病)が含まれている。そして,末期腎疾患を有する患者は,継続的な携帯型腹膜透析を受けている。*Kocuria* に関連する他の基本的な条件感染症には,真性糖尿病,結核,幹細胞移植患者,胆石を患っている患者,メチルマロン酸尿症,臍嚢胞が報告されている<sup>36-40)</sup>。

### *Paracoccus pantotrophus*

*Paracoccus pantotrophus* は,硫黄化合物をエネルギー源として使用するために硫黄酸化(Sox) 酵素を有するグラム陰性好気性,好中球性通性独立栄養細菌である。口腔悪臭についての研究では硫黄酸化(Sox) 酵素を有する *Paracoccus pantotrophus* を利用し口腔主要な悪臭成分であるH<sub>2</sub>Sおよびメチルメルカプタンを含む揮発性硫黄化合物(VSC) を VSC 分解し口臭の予防に有用であると報告された<sup>45)</sup>。

### *Rothia mucilaginosa*

*Rothia mucilaginosa* は *Micrococcaceae* 科のグラム陽性球菌である。ヒトの口および上気道の正常な微生物叢の一部と考えられています。この生物は低病原性であると考えられているが,免疫不全宿主に主に影響を及ぼす日和見病原体としてますます認識されているが,しかし,免疫抑制宿主のコンディションによって日和見病原体として生命を脅かす感染症を引き起こす可能性がある。また,*Rothia mucilaginosa* 肺炎 19 公表症例が報告されている<sup>46-66)</sup>。

Table 3-5 Basic properties of bacterial species detected in Hair shaving group <sup>28~87</sup>).

Bacterial species	Number of subjects(n=6)	Gram-positive/gram-negative (+/-)	Aerobic /Anaerobic(+/-)	Pathogenic/non-pathogenic
<i>Kocuria atrinae</i>	5	+	+	+
<i>Paracoccus pantotrophus</i>	4	-	+	-
<i>Rothia mucilaginosa</i>	4	+	-	+
<i>Acinetobacter parvus</i>	3	-	+	+
<i>Actinomyces oricola</i>	3	+	-	+
<i>Aeromonas hydrophila</i>	3	-	+, -	+
<i>Alishewanella tabrizica</i>	3	-	+	-
<i>Campylobacter showae</i>	3	-	-	+
<i>Caulobacter segnis</i>	3	-	+	-
<i>Dolosigranulum pigrum</i>	3	+	+	+
<i>Enterobacter hormaechei</i>	3	-	+	+
<i>Geminicoccus roseus</i>	3	-	+	-
<i>Kocuria varians</i>	3	+	+	+
<i>Lactococcus lactis</i>	3	+	-	-
<i>Lautropia mirabilis</i>	3	-	-	+
<i>Micrococcus cohnii</i>	3	+	+	-
<i>Paracoccus limosus</i>	3	-	+	-
<i>Providencia stuartii</i>	3	-	-	+
<i>Pseudomonas balearica</i>	3	-	-	-
<i>Rhizobium lupini</i>	3	-	+	-
<i>Serratia liquefaciens</i>	3	-	+	+
<i>Sphingomonas desiccabilis</i>	3	-	+	-

Table 3-5 中の「+」は人体に対し「病原性あり」または「病原性の可能性あり」の報告があることを示す。「-」では人体に対し「病原性あり」または「病原性の可能性あり」の報告が見当たらなかったことを示す。「+, -」では人体に対し「病原性あり」または「病原性の可能性あり」と healthy human から検出された報告の両方があることを示す。これらは 2020 年 8 月 10 日時点での報告を対象としている。

未処理群からのみ検出された菌種を抽出した結果を Table3-6 で示している。剃毛群では検出されなかったが、未処理群のうち半数以上の 3 名から検出された菌種は 8 種であり、剃毛群からのみ検出された菌種数（22 種）より少なかった。その内、グラム陽性菌と陰性菌は各 4 種と 50% ずつを占めている。同様に、好気性菌と嫌気性菌も各 4 種の 50% ずつを占めていることが分かった。また、*Flavobacterium terrae* が 5 名中 4 名から検出された。この菌は剃毛によるデリケートエリアの皮膚常在菌叢変化の一端を担っていると考えられる。さらに剃毛と皮膚トラブルとの関係を検討するため、以下でこの菌種の性質の調査結果を報告する。

## *Flavobacterium terrae*

*Flavobacterium terrae* は 2007 年に新種報告され,土壌から単離したグラム陰性,好気性桿状菌であり,5～37℃ (最適,30℃) ,pH 6～8 (最適,pH 7) ,0～2%NaCl (最適,0～2%)環境で繁殖される。<sup>88)</sup>

Table 3-6 Basic properties of bacterial species detected in No shaving group<sup>68,88～98)</sup>.

Bacterial species	Number of subjects(n=5)	Gram-positive/gram-negative (+/-)	Anaerobic(+/-)	Pathogenic/non-pathogenic
<i>Flavobacterium terrae</i>	4	-	+	-
<i>Arthrobacter arilaitensis</i>	3	+	+	-
<i>Bacillus infantis</i>	3	+	+	-
<i>Gemmiger formicilis</i>	3	-	-	-
<i>Prevotella copri</i>	3	-	-	+
<i>Sediminibacterium ginsengisoli</i>	3	-	-	-
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	3	+	+	+, -
<i>Varibaculum cambriense</i>	3	+	-	+

Table 3-6 中の「+」は人体に対し「病原性あり」または「病原性の可能性あり」の報告があることを示す。「-」では人体に対し「病原性あり」または「病原性の可能性あり」の報告が見当たらなかったことを示す。「+, -」では人体に対し「病原性あり」または「病原性の可能性あり」と healthy human から検出された報告の両方があることを示す。これらは 2020 年 8 月 10 日時点での報告を対象としている。

Table 3-6 では剃毛群,未処理群共に検出された菌種の内,検出された被験者数が大きく異なる菌種を示している。剃毛群では,*Brevundimonas diminuta*,*Brevundimonas faecalis*,*Flavobacterium hydatis*,*Citrobacter freundii*,*Citrobacter koseri* が 6 被験者中 4 名以上から検出されたが,未処理群では,これらの菌が検出された被験者はわずかに 1 名から 2 名であった。これらの菌種も剃毛による皮膚常在菌叢の変化に関与していると考えられる。

Table 3-7 Among the strains detected in hair sharing group and No shaving group, the number of test objects detected is quite different (Hair shaving n=6, No shaving group n=5)

Bacterial species	Number of subjects	
	Hair shaving	No shaving
<i>Brevundimonas diminuta</i>	5	1
<i>Brevundimonas faecalis</i>	4	1
<i>Flavobacterium hydatis</i>	6	2
<i>Citrobacter freundii</i>	5	1
<i>Citrobacter koseri</i>	5	1

#### 3.3.2.1.5 剃毛/未処理群別 検出された菌の属

剃毛群からのみ検出された菌の属を Table 3-8 に示す。未処理群では検出されなかったが、剃毛群で検出された菌は 14 属であった。その内、*Janthinobacterium* 属、*Dolosigranulum* 属、*Geminicoccus* 属、*Lautropia* 属、*Providencia* 属が被験者の半数である 3 名以上から検出された。グラム陽性菌は 5 属中 1 属、グラム陰性菌は 5 属中 4 属を占めていた。一方で好気性菌は 5 属中 2 属、嫌気性菌は 5 属中 3 属を占めていることが分かった。

Table 3-8 Bacterial genus in which only Hair shaving subjects is carrying (Carrying of more than half of the subjects) ; n=6<sup>99,100</sup>)

Bacterial genus	Number of subjects	Gram(+/-)	Aerobic /Anaerobic(+/-)
<i>Janthinobacterium</i>	4	-	+
<i>Dolosigranulum</i>	3	+	-
<i>Geminicoccus</i>	3	-	+
<i>Lautropia</i>	3	-	-
<i>Providencia</i>	3	-	-

未処理群からのみ検出された菌の属を Table 3-9 で示す。剃毛群では検出されなかったが、未処理群で検出された菌は 5 属であった。これらのいずれの属の検出数も被験者数の半数を超えることはなかった。

Table 3-9 Bacterial genus in which only No hair shaving subjects is carrying (Carrying of more than half of the subjects) ; n=5.

Bacterial genus	Number of subjects
<i>Anoxybacillus</i>	2
<i>Azorhizobium</i>	2
<i>Dorea</i>	2
<i>Gemmiger</i>	2
<i>Meiothermus</i>	2

### 3.3.2.2 両群に属する同一被験者結果

#### 3.3.2.2.1 各検体の上位 50 菌種中,被験者の過半数から検出された菌種

Table3-10 に両群に属する同一被験者 (n=4) の各検体から検出された占有率の上位 50 菌種中,3 名以上の被験者から検出された菌種を示す。左から,検出された被験者が多い順に並べている。

4 人の被験者全員の剃毛群及び未処理群の 8 検体から共通して検出された菌種は *Actinokineospora diospyrosa*, *Propionibacterium acnes*, *Rhodococcus erythropolis*, *Rhodococcus globerulus*, *Staphylococcus epidermidis* の 5 種であった。これらの 5 菌種は剃毛有無にかかわらず検出されたことから,デリケートエリアにおける皮膚常在菌叢について検討する際には,指標になる菌種になり得ることが示された。

Table 3-10 Top 50 strains of each sample, more than 3 strains detected by subject were detected.

8 Subjects	7 Subjects	6 Subjects	5 Subjects	4 Subjects	3 Subjects
<i>Actinokineospora diospyrosa</i>	<i>Pinagolia magna</i>	<i>Corynebacterium amycolatum</i>	<i>Anaerococcus prevotii</i>	<i>Acinetobacter nosocomialis</i>	<i>Acinetobacter oleivorans</i>
<i>Propionibacterium acnes</i>	<i>Flavobacterium terrigena</i>	<i>Corynebacterium tuberculoosteaticum</i>	<i>Corynebacterium striatum</i>	<i>Anaerococcus lactolyticus</i>	<i>Cedrea iapagai</i>
<i>Rhodococcus erythropolis</i>	<i>Staphylococcus pasteurii</i>	<i>Flavobacterium succinicans</i>	<i>Flavobacterium degerlachii</i>	<i>Anaerococcus octavius</i>	<i>Dialister propionificiens</i>
<i>Rhodococcus globulus</i>	<i>Streptococcus dentisani</i>	<i>Lactobacillus crispatus</i>	<i>Moraxella osloensis</i>	<i>Anaerococcus senegalensis</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>
<i>Staphylococcus epidermidis</i>		<i>Sphingomonas roseiflava</i>	<i>Prevotella timonensis</i>	<i>Corynebacterium aquilae</i>	<i>Granulicatella adiacens</i>
			<i>Staphylococcus capitis</i>	<i>Dietzia alimentaria</i>	<i>Micrococcus luteus</i>
				<i>Kocuria palustris</i>	<i>Peptoniphilus harsi</i>
				<i>Polamonas purpurea</i>	<i>Shimwellia blattae</i>
				<i>Peptoniphilus coxi</i>	<i>Streptococcus pneumoniae</i>
				<i>Salmonella enterica</i>	<i>Varibaculum cambriense</i>
				<i>Staphylococcus hominis</i>	
				<i>Streptococcus salivarius</i>	

### *Actinokineospora diospyrosa*

1995 年に新種報告されたグラム染色陽性,好気性菌であったが,この菌種についての研究報告は新種報告以外見当たらなかった。性質が明らかになっていない菌種である。

### *Propionibacterium acnes*

この菌は嫌気性菌であり,酸素がある環境ではほとんど増殖できず,死滅してしまう。そのため,酸素を嫌い毛穴や皮脂腺に存在し皮脂を餌にプロピオン酸や脂肪酸を作り出すことで皮膚表面を弱酸性に保ち,皮膚に付着する病原性の強い細菌の増殖を抑える役割を担っている。一般的にニキビの原因と言われているが,増殖しなければニキビの原因菌にならない。しかし,皮脂の分泌量が増えたり,何かの異常で毛穴をふさいだりすると,アクネ桿菌が過剰に増殖し炎症を引き起こしてニキビになる<sup>7,19)</sup>。

### *Rhodococcus erythropolis*

*Rhodococcus* 属の偏性好気性グラム陽性桿菌である。ヒトへの感染は5件報告されている。①持続性自己管理腹膜透析中に腹膜炎が発生したことの報告<sup>105)</sup>,②ヒト免疫不全ウイルス(HIV)の治療のために長期間のクラブラニン酸アモキシシリン療法を受けていた患者

での播種性皮膚感染の報告<sup>102)</sup>,③人工レンズの移植後の慢性眼内炎の原因菌として *R. erythropolis* を同定したこと<sup>103)</sup> が報告されている。この際,移植レンズを除去し,前部硝子体切除術の施術およびプラスセフォチアムとアミカシンとの同時投与をしなければならなかった。これら以外に④肺炎患者の痰から *R. erythropolis* を単離した報告<sup>104)</sup>,⑤血流感染の報告<sup>105)</sup> がある。

#### *Rhodococcus globerulus*

*Rhodococcus* 属の一種である。レーザー角膜内角膜形成術後に *Rhodococcus globerulus* の感染による角膜炎の報告があった<sup>106)</sup>。

#### *Staphylococcus epidermidis*

表皮ブドウ球菌は汗（アルカリ性）や皮脂を餌にグリセリンや脂肪酸を作り出す。脂肪酸は肌を弱酸性に保ち抗菌ペプチドを作り出すことで,黄色ブドウ球菌の増殖を防ぐ。表皮ブドウ球菌が出すグリセリンは,皮膚のバリア機能を保つ役割がある<sup>15)</sup>。

#### 3.3.2.2.2 両群に属する同一被験者における体毛処理/未処理の細菌叢の比較

Fig. 3-16 に剃毛群及び未処理群の両方に参加した被験者 4 名の全検体における平均占有率が 1 %以上の菌種の占有率を被験者ごとに示した。対象となったのは 11 菌種であった。全ての被験者において未処理群の方が大きい菌種は *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus iners* の 2 種であった。逆に全ての被験者において未処理群の方が大きい菌種はなかった。

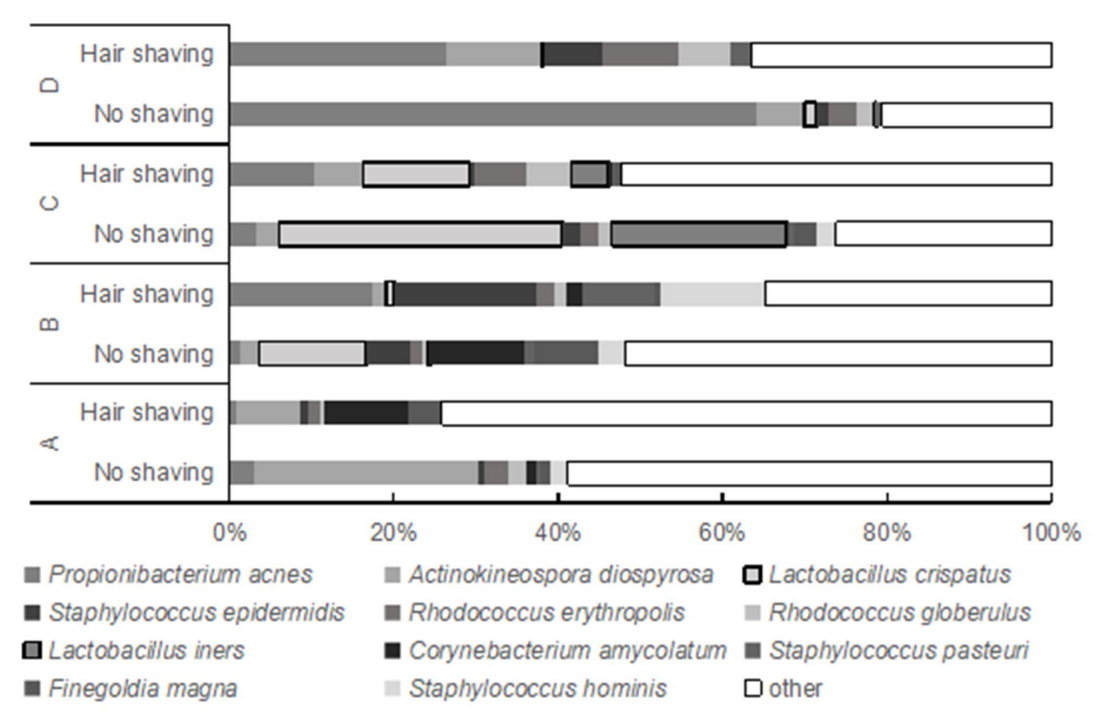


Fig. 3-16. Population of the eleven bacterial species for four subjects ; We showed the species having more than 1% of population.

Fig. 3-17. Fig. 3-18 に *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus iners* それぞれの占有率を示す。*L.crispatus*, *L. iners* の両方が検出されなかった被験者 A を除く, 全被験者 (B, C, D) において未処理の方が値が大きかった。被験者 E と F は他の被験者と同様,*L.crispatus*, *L. iners* の両方が検出された。しかし, 被験者間の個体差が大きいため, 両群の傾向を観察する方法として平均を比較するのではなく, 両群に所属する同一被験者における剃毛前後のデータを比較することが最良の方法と思われる。

そこで, 先行研究<sup>103)</sup>で使用される Pearson's-chi square 検定を用いて剃毛前後の *L.crispatus*, *L. iners* の検出率を検討した。その結果を Table 3-11 に示す *L.crispatus* では, 被験者 B, C, D 共に剃毛後の検出率が有意に減少したことが分かった。*L. iners* では, 被験者 B が剃毛後の検出率が有意に減少したが, 被験者 C, D の剃毛前後の検出率差の



値が統計的に有意に達しなかった。その原因として、剃毛後被験者 C、D から *L. iners* を検出されなかったことが統計結果に影響したと考えられる。

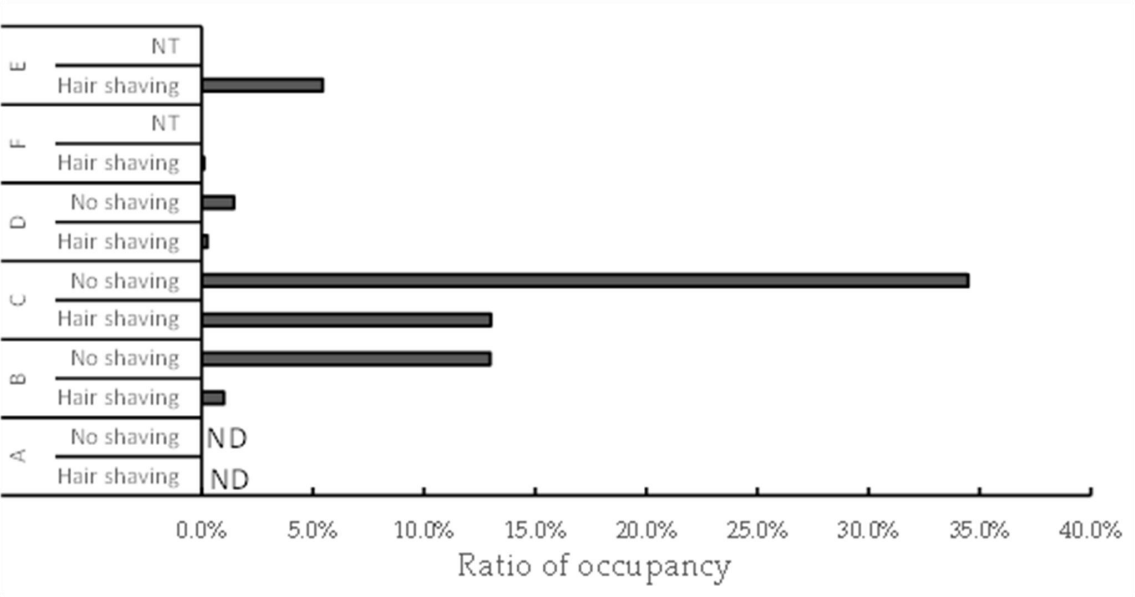


Fig 3-17. Population of *Lactobacillus crispatus*. The ratio occupancy was calculated from species having more than 1% of the population. NT, not tested; ND, not detected.

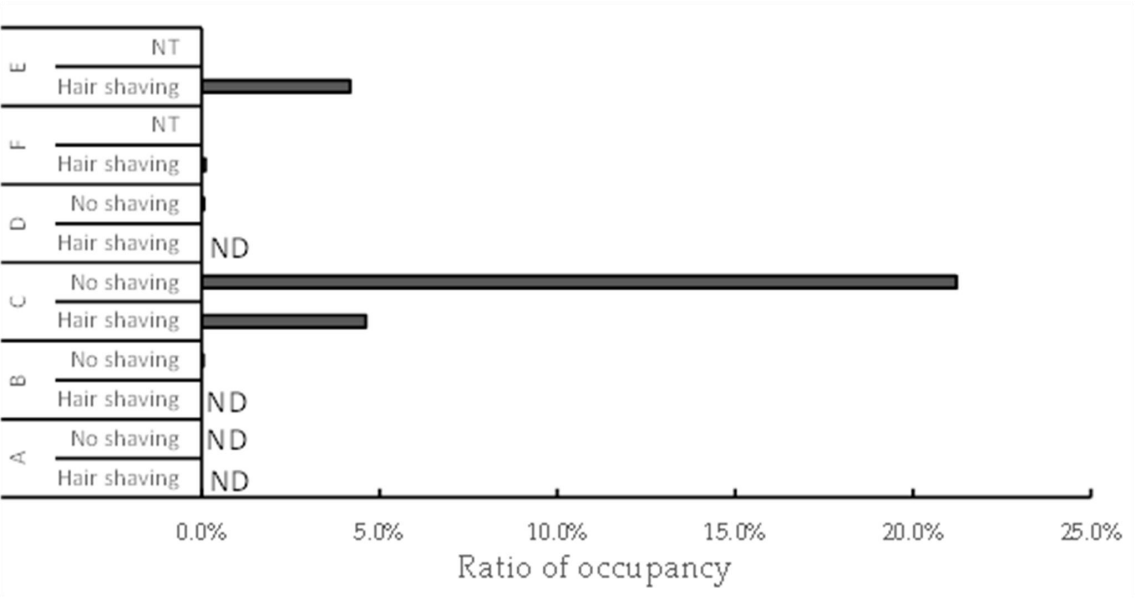


Fig 3-18. Population of *Lactobacillus iners*. The ratio occupancy was calculated from species having more than 1% of the population. NT, not tested; ND, not detected.

Table 3-11. The result of the Pearson's chi-square test.

Pearson's chi-square test.		
	chisq.test p Value	
	<i>L. crispatus</i>	<i>L. iners</i>
B	$2.3031 \times 10^{-115}^{**}$	0.1668
C	$4.4761 \times 10^{-81}^{**}$	$1.4238 \times 10^{-53}^{**}$
D	0.0002 <sup>**</sup>	0.3313
*P<0.05 **P<0.01		

### 3.4 考察

本研究結果では,先行研究によりヒトの皮膚常在菌として最も頻繁に検出される細菌の20 属が全て検出された。デリケートエリアの皮膚常在菌叢を構成する細菌は,身体の他部位とある程度の共通性があることがわかった。

全検体において平均占有率が 1%以上であった菌種 16 種を抽出した。その中で皮膚常在菌としてよく知られ,皮膚に良い働きをするとされる二菌種 *Propionibacterium acnes* (アクネ菌) と *Staphylococcus epidermidis*(皮膚ブドウ球菌)が検出された。

一方,*Fingoldia magna* も検出された。この菌は慢性化した創傷部位や床ずれの皮膚表面で高頻度に検出され,産生する SurfA タンパクは皮膚上皮の炎症部位において宿主から産生される抗菌ケモカイン MIG/CXCL9 を分解して無効化する作用がある<sup>26-27)</sup> 菌種である。デリケートエリアも身体の他部位同様,良い働きと悪い働きをする皮膚常在菌種が存在するため,菌種の良いバランスを保つことによって皮膚トラブルを防ぐことが出来ると思われる。

菌種数,Simpson 指数,Shannon 指数の結果より,剃毛することにより皮膚常在菌叢の多様

性が高まる傾向が示唆された。その原因としては剃毛によって皮膚が傷つけられ皮膚が荒れたことが考えられる。先行研究では皮膚が荒れると常在菌以外の菌が付きやすくなるという報告されている<sup>108,109)</sup>。従って、剃毛後荒れた皮膚に常在菌以外の菌が付着するところによって皮膚常在菌叢の多様性が高まったと考えられる。

剃毛群と未処理群から検出された菌種の比較において、剃毛群のみ被験者数の半数以上から検出された菌種が 22 種あり、さらに *Kocuria atrinae*, *Paracoccus pantotrophus*, *Rothia mucilaginosa* の 3 菌種が 5 名中 4 名以上という高確率で検出された結果について考察する。そのうち、*Paracoccus pantotrophus* は病原性が報告されていない<sup>45)</sup>。一方、低病原性であると考えられているが肺炎が 19 症例報告されている<sup>46~67)</sup> *Rothia mucilaginosa* と、病原性の可能性を示す報告として増加傾向がある<sup>46)</sup> *Kocuria* 種も検出された。剃毛することによって病原性がある菌種が多く検出されたことを推察できる。

次いで、未処理群からのみ検出された菌種について考察する。剃毛群からのみ検出された菌種数が 22 種あったのに対し、未処理群からのみ検出された菌種は 8 種と少なかった。

このように剃毛群のみで検出された菌が未処理群よりも多数認められ、この中には病原性を有すると報告されている菌の存在があった。剃毛することによって未処理では検出されない菌が増殖し、さらに病原性を有する菌に変異した可能性が示唆された。

一方、剃毛群 / 未処理群共に検出された菌種の内、*Brevundimonas diminuta*, *Brevundimonas faecalis*, *Flavobacterium hydatidis*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri* が剃毛群では 6 被験者中 4 人以上検出されたが、未処理群が 1, 2 例のみで検出された。属レベルで考察してみると、剃毛群のみ検出された菌の属は 14 属であ

った。中でも *Janthinobacterium* 属, *Dolosigranulum* 属, *Geminicoccus* 属, *Lautropia* 属, *Providencia* 属が被験者の半数以上から検出された。その中で, グラム陽性菌が 5 属中 1 属, グラム陰性菌 5 属中 4 属を占めている。一方好気菌 5 属中 2 属, 嫌気菌 5 属中 3 属を占めていることが分かった。未処理群ではいずれの属も半数以上からは検出されなかった。これらの結果から, 剃毛によりデリケートエリアの常在菌叢が変化し, 病原性をもつ可能性のある菌が皮膚に存在するようになったことが示唆された。こうした常在菌叢のバランス変化がデリケートエリアの皮膚トラブルを惹起する可能性が考えられる。

剃毛群及び未処理群の両方に参加した被験者 4 名について, 全検体における平均占有率が 1 % 以上の菌種の占有率を被験者ごとに比較した結果, 全ての被験者において剃毛群の方が大きい菌種はなかったが。全ての被験者において未処理群の方が大きい菌種はなかったが, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus iners* は両菌種が検出されなかった被験者 1 名を除く全 3 名の被験者において, 未処理群の方が大きかった。

*Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus iners* とも有益な微生物であるとの報告が挙げられる。粘膜部では *Lactobacillus crispatus* は, 脊椎動物の胃腸およびヒトの尿生殖路に存在する有益な微生物叢である<sup>110)</sup>。また, 細菌性膣炎の予防と治療への効果を評価されており<sup>111)</sup>, 健康的な細菌バランスを保つ上で重要な役割を果たしている乳酸菌であるとされる<sup>112)</sup>。*Lactobacillus iners* も健康な女性の生殖器下部の常在菌種と報告されている<sup>113)</sup>。さらに, *Lactobacillus* 属は女性生殖管の主要な微生物であり<sup>114)</sup>, 細菌およびウイルス感染の抑制に重要な役割を果たすことがあるとされ, 女性生殖器における重要なバリアであると考えられる<sup>115)</sup>。これ以外の *Lactobacillus* 属は腸管免疫の調節作用を有するとの報告もある<sup>106)</sup>。*Lactobacillus spp* は粘膜部だけではなく非粘膜部からでも高い確率で検出されていたことを報告された<sup>11,117)</sup>。また, 顔では *Lactobacillus* がにきびの炎症が改善され

ていることを報告された<sup>12)</sup>。

本実験条件下では、剃毛による体毛処理によって、皮膚のバリアの働きをする *Lactobacillus* 属が減少し、他の細菌などの感染抑制能力が低下する可能性が示唆された。

### 3.5 まとめ

本研究では快適なショーツ内環境を作るための知見を得ることを目的に、皮膚トラブルと関連が深いと考えられるデリケートエリアの皮膚常在菌叢を構成する細菌の同定、定量を行った。さらに、体毛処理による皮膚常在菌叢への影響を検討するため、剃毛群及び体毛未処理群の菌量、多様性、菌種を比較検討した。主たる結果は以下の通りである。

- ① デリケートエリアの皮膚常在菌叢を構成する細菌は、身体の他部位とある程度の共通性があることがわかった。
- ② 全検体において平均占有率が 1%以上であった菌種の中には、ヒトの皮膚からの検出率が高い、*Propionibacterium acnes*（アクネ菌）、*Staphylococcus epidermidis*（表皮ブドウ球菌）、*Finegoldia magna* が含まれていた。
- ③ 本実験において、剃毛群から検出された菌種の数はいくつかの未処理群よりも多かった。
- ④ 剃毛することによりデリケートエリアの皮膚常在菌種が変化し、病原性を示す可能性のある菌種が多く検出された。このことから、デリケートエリアの剃毛により、健全な皮膚常在菌叢バランスが破壊されて、皮膚トラブルを起こす可能性が示唆された。
- ⑤ 剃毛によって、バリアの働きをする *Lactobacillus* 属が減少し、細菌などの感染の抑制能力が低下する可能性が示唆された。

1. デリケートゾーンの実態を大調査！多くの女性が悩んでいるトラブルとは？;小林製薬  
製品情報 (2016)
1. Kent J.Bradford, Peetambar Dahal, Johan Van Asbrouck, Keshavulu Kunusoth,  
Pedro Bello, James Thompson, Felicia Wu ; The dry chain: Reducing postharvest  
losses and improving food safety in humid climates; Trends in Food Science &  
Technology. 2018, 71, 84-93
2. 鈴木健一朗, 平石明, 横田明 ; 微生物の分類・同定実験法 ; シュプリンガー・フェア  
ラーク東京 282-285 (2001)
3. 渡邊邦友 ; 臨床微生物学のための新しい細菌分類体系 ; 日本臨床微生物学会 Vol. 24  
No. 2 100-113 (2014)
4. 吉田 理香 ; 皮膚の常在細菌について ; 東京医療保健大学ヘルスケアコム ;  
09.01 (2016)
5. Elizabeth A. Grice, Heidi H. Kong, Sean Conlan ; Topographical and Temporal  
Diversity of the Human Skin Microbiome ; Science. 2009 May 29; 324(5931):  
1190-1192.
6. Elizabeth A. Grice 、 Julia A. Segre ; The skin microbiome ; Nat Rev Microbiol. 2011  
Apr; 9(4): 244-253.
7. Kazuhiro K, Toshihiko U, Sei-Ichi A, Hiroyuki M, Kyoichi O, Mitsuyoshi N.  
Antimicrob. Agents Chemother. 1988. 42 ,5 (1298-1302).
8. MUJI 無印良品 ;  
<https://www.muji.com/jp/ja/store/cmdty/detail/4550344514597>(2021.6.10 参照)
9. MUJI 無印良品 ;

- <https://www.muji.com/jp/ja/store/cmdty/detail/4547315420810>(2021.6.10 参照)
10. 牛乳石鹸共進社株式会社 ; <https://www.cow-mutenka-body.jp/>(2021.6.10 参照)
  11. World Fusion ; <https://www.s-kin.jp/skinpro>(2021.6.10 参照)
  12. Patrick Duckney, Heng Kuan Wong, José Serrano, Diaraf Yaradou, Thierry Oddos, Georgios N Stamatas ; The role of the skin barrier in modulating the effects of common skin microbial species on the inflammation, differentiation and proliferation status of epidermal keratinocytes ; BMC Research Notes 2013,6:474
  13. Cogen AL, Nizet V, Gallo RL ; Skin microbiota: a source of disease or defence? ; Br J Dermatol. 2008 Mar;158(3):442-55.
  14. Iwase T, Uehara Y, Shinji H, Tajima A, Seo H, Takada K, Agata T, Mizunoe Y. ; Staphylococcus epidermidis Esp inhibits Staphylococcus aureus biofilm formation and nasal colonization ; Nature. 2010 May 20;465(7296):346-9
  15. Grice EA, Kong HH, Conlan S, Deming CB, Davis J, Young AC. Topographical and temporal diversity of the human skin microbiome. Science 2009;324:1190–1192.
  16. Fredricks DN. Microbial ecology of human skin in health and disease. J Investig Dermatol Symp Proc 2001;6:167–169.
  17. Leyden JJ, McGinley KJ, Nordstrom KM, Webster GF. Skin microflora. J Invest Dermatol 1987;88:65s–72s.
  18. Doo Hyun Park ; Influence of Chemical- and Natural-Based Lotions on Bacterial Communities in Human Forearm Skin ; J Bacteriol Virol. 2017 Mar;47(1):41-53

19. Cogen AL, Nizet V, Gallo RL. Skin microbiota: a source of disease or defence?. *Br. J. Dermatol.* 2008; 158: 442-455
20. Achermann Y, Goldstein EJ, Coenye T, Shirtliff ME. *Propionibacterium acnes*: from commensal to opportunistic biofilm-associated implant pathogen. *Clin. Microbiol. Rev.* 2014; 27:419-440.
21. Duckney P, Wong HK, Serrano J, Yaradou D, Oddos T, Stamatas GN. The role of the skin barrier in modulating the effects of common skin microbial species on the inflammation, differentiation and proliferation status of epidermal keratinocytes. *BMC Research.* 2013; 6: 474.
22. Nodake Y, Matsumoto S, Miura R, Honda H, Ishibashi G, Matsumoto S, Dekio I, Sakakibara R. Pilot study on novel skin care method by augmentation with *Staphylococcus epidermidis*, an autologous skin microbe – A blinded randomized clinical trial. *J. Dermal. Sci.* 2015; 79: 119-126.
23. Lamber, H, Piessens S, Bloem A, Pronk H, Finkel P. Natural skin surface pH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2006; 28: 5.
24. Elizabeth C Murphy, Matthias Mörgelin, Dieter P Reinhardt, Anders I Olin, Lars Björck, Inga-Maria Frick ; Identification of molecular mechanisms used by *Finegoldia magna* to penetrate and colonize human skin ; *Mol Microbiol.* 2014 Oct; 94(2): 403–417.
25. Karlsson C, Eliasson M, Olin AI, Mörgelin M, Karlsson A, Malmsten M, Egesten A, Frick IM. SufA of the Opportunistic Pathogen *Finegoldia magna* Modulates Actions



- of the Antibacterial Chemokine MIG/CXCL9, Promoting Bacterial Survival during Epithelial Inflammation. *J. Biol. Chem.* 2009; 284: 29499-29508.
26. Urinary tract infections: bacteriology and antibiotic resistance patterns. Mashouf RY, Babalhavaeji H, Yousef J.. *Indian Pediatr.* 2009;46:617–620
  27. *Kocuria kristinae* infection associated with acute cholecystitis. Ma ES, Wong CL, Lai KT, et al. *BMC Infect Dis.* 2005;5:60
  28. Catheter-related bacteremia caused by *Kocuria salsicia*: the first case. Sohn KM, Baek JY, Kim SH, et al. *J Infect Chemother.* 2015;21:305–307.
  29. *Kocuria dacryocystitis* infection, caused by *Kocuria ocularis* sp. Nov. Domont F, Fleche-Mateos AL, Bremond-Gignac D, et al. *JMM Case Rep.* 2014;1:1–4.
  30. Keratitis with *Kocuria palustris* and *Rothia mucilaginosa* in Vitamin A Deficiency. Mattern RM, Ding J. *Case Rep Ophthalmol.* 2014;5:72–77.
  31. Endocarditis by *Kocuria rosea* in an immunocompetent child. Moreira JS, Riccetto AG, Silva MT, et al. *Braz J Infect Dis.* 2015;19:82–84
  32. Dancing vegetations: *Kocuria rosea* endocarditis. Srinivasa KH, Agrawal N, Agarwal A, et al. *BMJ Case Rep.* 2013;2013:2013010339.
  33. Two cases of peritonitis caused by *Kocuria marina* in patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. Lee JY, Kim SH, Jeong HS, et al. *J Clin Microbiol.* 2009;47:3376–3378.
  34. First report of *Kocuria marina* spontaneous peritonitis in a child. Brändle G, L'Huillier AG, Wagner N, et al. *BMC Infect Dis.* 2014;14:719.

35. Descending necrotizing Mediastinitis caused by *Kocuria rosea*: a case report. Lee MK, Choi SH, Ryu DW. BMC Infectious Diseases. 2013;13:475
36. *Kocuria varians* infection associated with brain abscess: A case report. Tsai CY, Su SH, Cheng YH, et al. BMC Infect Dis. 2010;10:102.
37. *Kocuria rosea* meningitis. Sipahi OR, Mermer S, Aydemir S, et al. Surg Infect (Larchmt. 2014;15:659
38. Bacteremia caused by *Kocuria kristinae* in a patient with acute leukaemia. Martinaud C, Gaillard T, Brisou P, et al. Med Maladies Infect. 2008;38:165–166.
39. A case of catheter-related *Kocuria marina* bloodstream infection in a patient with multiple myeloma. Lee M-N, Huh HJ, Kim B, et al. Lab Med Online. 2014;2014:51–55.
40. The expanding spectrum of human infections caused by *Kocuria* species: a case report and literature review. Purty S, Saranathan R, Prashanth K, et al. Emerg Microbes Infect. 2013;2:71.
41. *Kocuria kristinae* endocarditis related to diabetic foot infection. Citro R, Prota C, Greco L, et al. J Med Microbiol. 2013;62:932–934
42. Catheter-related bacteremia due to *Kocuria rosea* in a patient undergoing peripheral blood stem cell transplantation. Altuntas F, Yildiz O, Eser B, et al. BMC Infect Dis. 2004;4:62.
43. *Kocuria rhizophila* adds to the emerging spectrum of micrococcal species involved in human infections. Becker K, Rutsch F, Uekötter A, et al. J Clin Microbiol. 2008;46:3537–3539.
44. Atik Ramadhani, Miki Kawada-Matsuo, Hitoshi Komatsuzawa, Takahiko Oho ;  
Recombinant Sox Enzymes from *Paracoccus pantotrophus* Degrade Hydrogen

Sulfide, a Major Component of Oral Malodor ; Microbes and Environments32 (2017)  
1,54~60

45. Fiona Poyer , Waltraud Friesenbichler , Caroline Hutter , Herbert Pichler ,Michael Dworzak ,Christina Peters ,Georg Mann ,Alexander Indra ,Andishe Attarbaschi;  
Rothia mucilaginosa bacteremia: A 10 - year experience of a pediatric tertiary care cancer center; Early View 01 March 2019
46. Collins MD, Hutson RA, Båverud V, Falsen E. Characterization of a Rothia-like organism from a mouse: Rothia nasimurium sp. nov. and reclassification of Stomatococcus mucilaginosus as Rothia mucilaginosa comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol 2000;3:1247–51.
47. Uchibori S, Tsuzukibashi O, Kobayashi T, Aida M. Localization of the genus Rothia in the oral cavity. Int J Oral Med Sci 2012;11:207–10.
48. Rubin SJ, Lyons RW, Murcia AJ. Endocarditis associated with cardiac catheterization due to a gram-positive coccus designated Micrococcus mucilaginosus incertae sedis. J Clin Microbiol 1978;7:546–9.
49. Ascher DP, Zbick C, White C, Fischer GW. Infections due to Stomatococcus mucilaginosus: 10 cases and review. Rev Infect Dis 1991;13:1048–52.
50. Henwick S, Koehler M, Patrick CC. Complications of bacteremia due to Stomatococcus mucilaginosus in neutropenic children. Clin Infect Dis 1993;17:667–71.
51. Faiad G, Singh M, Narasimhan A, Mendez M, Shama S, Nassar N. Rothia mucilaginosa life threatening infections in non-neutropenic hosts. Open Journal of Internal Medicine 2011;1:68–71.
52. Patey O, Malkin JE, Coutaux A, Leflour N, Lafaix C, Emond JP, et

- al. AIDS-related *Stomatococcus mucilaginosus* infection. *Lancet* 1991;338:631–2.
53. Cunniffe JG, Mallia C, Alcock PA. *Stomatococcus mucilaginosus* lower respiratory tract infection in a patient with AIDS. *J Infect* 1994;29:327–30.
  54. Sánchez-Carrillo C, Cercenado E, Cibrián F, Bouza E. *Stomatococcus mucilaginosus* pneumonia in a liver-transplant patient. *Clin Microbiol Newslett* 1995;17:54–5.
  55. Gruson D, Hilbert G, Pigneux A, Vargas F, Guisset O, Texier J, et al. Severe infection caused by *Stomatococcus mucilaginosus* in a neutropenic patient: case report and review of the literature. *Hematol Cell Ther* 1998;40:167–9.
  56. Lambotte O, Debord T, Soler C, Roué R. Pneumonia due to *Stomatococcus mucilaginosus* in an AIDS patient. *Clin Microbiol Infect* 1999;5:112–14.
  57. Korsholm TL, Haahr V, Prag J. Eight cases of lower respiratory tract infection caused by *Stomatococcus mucilaginosus*. *Scand J Infect Dis* 2007;39:913–17.
  58. Fusconi M, Conti C, De Virgilio A, de Vincentiis M. [Paucisymptomatic pneumonia due to *Rothia mucilaginosa*: case report and literature review.] *Infez Med* 2009;17:100–4 (in Italian).
  59. Ruoff KL. Miscellaneous catalase-negative, gram-positive cocci: emerging opportunists. *J Clin Microbiol* 2002;40:1129–33.
  60. Monsó E, Ruiz J, Rosell A, Manterola J, Fiz J, Morera J, et al. Bacterial infection in chronic obstructive pulmonary disease. A study of stable and exacerbated outpatients using the protected specimen brush. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1316–20.

61. Reynolds HY, Elias JA. Pulmonary defense mechanisms against infections.  
In: Fishman AP, editor. Fishman's pulmonary diseases and  
disorders. McGraw-Hill; 1998 pp 265–74.
62. Pinsky RL, Piscitelli V, Patterson JE. Endocarditis caused by relatively  
penicillin-resistant *Stomatococcus mucilaginosus*. *J Clin Microbiol* 1989;27:215–16.
63. Von Eiff C, Herrmann M, Peters G. Antimicrobial susceptibilities of *Stomatococcus*  
*mucilaginosus* and of *Micrococcus* spp. *Antimicrob Agents*  
*Chemother* 1995;39:268–70.
64. Piper KE, Steckelberg JM, Patel P. In vitro activity of daptomycin against clinical  
isolates of Gram-positive bacteria. *J Infect Chemother* 2005;11:207–9.
65. Von Eiff C, Peters G. In vitro activity of ciprofloxacin, ofloxacin and levofloxacin  
against *Micrococcus* species and *Stomatococcus mucilaginosus* isolated from  
healthy subjects and neutropenic patients. *Eur J Clin Microbiol Infect*  
*Dis* 1998;17:890–2.
66. Tiphaine G, Chrystelle D, Sandrine P, Christophe M, Charles S, Patrick B.  
*Acinetobacter parvus* bacteraemia community-acquired. *Int. J. Med. Microbiol.*  
**2012**; 302: 327–9.
67. Val H, Matthew D C, Roger A H, Elisabeth I, Enevold F, Brian I D. *Actinomyces*  
*oricola* sp. nov., from a human dental abscess. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **2003**; 53:  
1515–1518.
68. Venkat R.M,Pankaj J.P, Dan I,Paul E.S,Burke A.C.Necrotizing fasciitis caused by  
*Aeromonas hydrophila*. *Heart Lung.* **2000**; 29(4):306-8.

69. Jun S, Tomoyo S, Kenta I, Yoshiro H, Ichiro K, Keiji O, Hanako K, Kiyofumi O, Norio O. *Campylobacter showae* bacteremia with cholangitis. *J. Infect. Chemother.* **2012**; 19: 960–963.
70. Hervé L, Juliette A, Astrid B, Catherine E, Caroline J-N, Annie B-H, Jean-Luc M, Isabelle P. *Dolosigranulum pigrum* Causing Nosocomial Pneumonia and Septicemia. *J. Clin. Microbiol.* **2007**; 45: 3474–5.
71. Stacy M.T, Edward H, Juncal C-B, Catherine L-C, Stephen J. F. Characterization of an extended-spectrum beta-lactamase *Enterobacter hormaechei* nosocomial outbreak, and other *Enterobacter hormaechei* misidentified as *Cronobacter* (*Enterobacter*) *sakazakii*. *Microbiology.* **2008**; 154: 3659–3667.
72. Cheng Y, Shou-hsin S, Yu-Hsin C, Yu-lin C, Tai-Hsin T, Ann-Shung L. *Kocuria varians* infection associated with brain abscess: a case report. *BMC Infect. Dis.* **2010**; 27:10:102.
73. Susan N R, Patricia H.W, John H, Bruce C, Stanley G. C, Cara S, Catherine M. F, Gail J.D, William T.S, Mark W. K. Isolation of *Lautropia mirabilis* from oral cavities of human immunodeficiency virus-infected children. *J. Clin. Microbiol.* **1998**; 36: 1756–60.
74. Elliot S.C, May S, David S.C. Case report: *Providencia stuartii* conjunctivitis. *J. Ophthal. Inflam. Infect.* **2016**; 6: 29.
75. Ozant H, Kenan H, Galip G, Turgay A, Ulver D. A very rare pathogen in peritoneal dialysis peritonitis: *Serratia liquefaciens*. *Saudi J. Kidney Dis. Transpl.* **2019**; 30: 738–740.

76. Palumbo SA, Williams AC, Buchanan RL, Phillips JG. Model for the aerobic growth of *Aeromonas hydrophila* K14. *J. Food Prot.* **1991**; 54: 429–435.
77. Palumbo SA, Williams AC, Buchanan RL, Phillips JG. Model for the anaerobic growth of *Aeromonas hydrophila* K144. *J. Food Prot.* **1992**; 55: 260–265.
78. Park EJ, Kim MS, Roh SW, Jung MJ, Bae JW. *Kocuria atrinae* sp. nov., isolated from traditional Korean fermented seafood. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **2010**; 60: 914–918.
79. Kandi V, Palange P, Vaish R, Bhatti AB, Kale V, Kandi MR, Bhoomagiri MR. Emerging bacterial infection: Identification and clinical significance of *Kocuria Species. Cureus.* **2016**; 8: 731.
80. Ramandhani A, Kawada-Matsuo M, Komatsuzawa H, Oho T. Recombinant sox enzymes from *Paracoccus pantotrophus* degrade hydrogen sulfide, a major component of oral malodor. *Microbes Environ.* **2017**; 32: 54–60.
81. Uchibori S, Tsuzukibashi O, Kobayashi T, Aida M. Localization of the genus *Rothia* in the oral cavity. *Int. J. Oral Med.* **2012**; 11: 207–210.
82. Maraki S, Papadakis IS, *Rothia mucilaginosa pneumonia*: a literature review. *Infect. Dis.* **2015**; 47: 125–129.
83. Grippi MA, Elias JA, Jay AF, Kotloff RM, Pack AI, Senior RM, Siegel MD. Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders, 5e. *McGraw-Hill.* **1998**; 265–74.
84. Monsó E, Ruiz J, Rosell A, Manterola J, Fiz J, Morera J, Ausina V. Bacterial infection in chronic obstructive pulmonary disease. A study of stable and

- exacerbated outpatients using the protected specimen brush. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* **1995**; 152: 1316–20.
85. Baeza MC, Zamora ML, García SR, Gil CJ, Ramos RJM, Martin SC. *Rothia mucilaginosa pneumonia* in an immunocompetent patient. *Arch. Bronconeumol.* **2014**; 50: 493–5.
  86. Fusconi M, Conti C, De VA, Vincentiis M. Paucisymptomatic pneumonia due to *Rothia mucilaginosa*: case report and literature review. *Infez. Med.* **2009**; 17: 100–4.
  87. Hang-Yeon Weon , Myung-Hee Song, Jung-A Son, Byung-Yong Kim, Soon-Wo Kwon, Seung-Joo Go, Erko Stackebrandt ; *Flavobacterium terrae* sp. nov. and *Flavobacterium cucumis* sp. nov., isolated from greenhouse soil ; International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 57: 1594-1598 、 01 July 2007
  88. Nemec, A. (2003). "Acinetobacter parvus sp. nov., a small-colony-forming species isolated from human clinical specimens". International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 53 (5): 1563–1567.
  89. Dongyou Liu (13 April 2011). Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens (1 ed.). Crc Pr Inc.
  90. Parker, Charles Thomas; Garrity, George M (1 August 2008). "Taxonomic Abstract for the species". NamesforLife,
  91. Gossling J, Moore WEC. *Gemmiger formicilis*, n.gen., n.sp., an Anaerobic budding bacterium from intestines. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **1975**; 25: 202–207.



92. Hayashi H, Shibara K, Sakamoto S, Tomita S, Benno Y. *Prevotella copri* sp. nov. and *Prevotella stercorea* sp. nov., isolated from human faeces. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **2007**; 57: 941–946.
93. Kim YJ, Nguyen NL, Weon HY, Yang DC. *Sediminibacterium aquarii* sp. nov., isolated from sediment in a fishbow. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **2013**; 63: 905–912.
94. Chu YW, Wong CH, Chu MY, Cheung CP, Cheung TK, Tse C, Luk WK, Lo JY. *Varibaculum cambriense* infections in Hong Kong, China, 2006. *Emerg. Infect. Dis.* **2009**; 15: 1137–1139.
95. Scher JU, Sczesnak A, Longman RS, Nicola S, Carles U, Craig B, Tim R, Vincenzo C, Eric G P, Steven B A, Curtis H, Dan RL. Expansion of intestinal *Prevotella copri* correlates with enhanced susceptibility to arthritis. *Life.* **2013**; 5: e01202.
96. Raz R, Colodner R, Kunin CM , Who Are You—*Staphylococcus saprophyticus*? *Clin. Infect. Dis.* **2005**; 40: 896–898.
97. Chu YW, Wong CH, Chu MY, Cheung CP, Cheung TK, Tse C, Luk WK, Lo JY. *Varibaculum cambriense* infections in Hong Kong, China, 2006. *Emerg Infect Dis.* **2009**; 15: 1137–1139.
98. Liu, Qing-Mei<sup>1</sup> , Leonid N. Ten, Wan-Taek Im , Sung-Taik Lee , and Min-Ho Yoon ; *Caulobacter ginsengisoli* sp. nov., a Novel Stalked Bacterium Isolated from Ginseng Cultivating Soil ; *J. Microbiol. Biotechnol.* (2010), 20(1), 11–16
99. M. Aguirre , D. Morrison , B.D. Cookson , F.W. Gay , M.D. Collins ; Phenotypic and phylogenetic characterization of some *Gemella* - like organisms from human

- infections: description of *Dolosigranulum pigrum* gen. nov., sp. nov. ; Applied Bacteriology banner、Volume75, Issue6、December 1993、Pages 608-612
- 100.E. Brown; E. Hendler (Nov. 1989). “*Rhodococcus peritonitis* in a patient treated with peritoneal dialysis”. *Am. J. Kidney Dis.* 14 (5): 417-418.
- 101.P. L. Vernazza; T. Bodmer; R. L. Galeazzi (Jul. 1991). “*Rhodococcus erythropolis* infection in HIV-associated immunodeficiency”. *Schweiz. Med. Wochenschr.* 121 (30): 1095-1098.
- 102.H. von Below; C. M. Wilk; K. P. Schaal; G. O. Naumann (Nov. 1991). “*Rhodococcus luteus* and *Rhodococcus erythropolis* chronic endophthalmitis after lens implantation”. *Am. J. Ophthalmol.* 112 (5): 596-597.
- 103.O. U. Osoagbaka (Jun. 1989). “Evidence for the pathogenic role of *Rhodococcus* species in pulmonary diseases”. *J. Appl. Bacteriol.* 66 (6): 497-506.
- 104.Toshi Nada; Kiyofumi Ohkusu; Takayuki Ezaki; Yoshinori Hasegawa1; David L. Paterson (2009). “First Case of Bloodstream Infection Caused by *Rhodococcus erythropolis*”. *Journal of Clinical Microbiology* 47 (8): 2667-2669.
- 105.Osvaldo H Cuello, M.Josefina Caorlin, Victor E Reviglio, aLydia Carvajal, Claudio PJuarez, Esther Palacio de Guerra, José DLuna ;*Rhodococcus globerulus* keratitis after laser in situ keratomileusis ; *Journal of Cataract & Refractive Surgery* ; Volume 28, Issue 12,December 2002 ; Pages 2235-2237
- 106.*Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130, 275.e17-22, 2006; *J Periodontol* 76, 1490-1495, 2005
- 107.北村 真知子、小山 智子 篠原 木綿子、門田 仁美、村川 佳子、室園, 沙織、吉山, 由希恵、仁志 昌子 ; 看護師の手荒れとハンドケアの実態 ; 看護研究集録 (23), 106-110, 2012-06

108. E L Larson 1, C A Hughes, J D Pyrek, S M Sparks, E U Cagatay, J M Bartkus ;  
Changes in Bacterial Flora Associated With Skin Damage on Hands of Health Care  
Personnel ; Am J Infect Control. 1998 Oct;26(5):513-21.
109. Antonio MA, Meyn LA, Murray PJ, Busse B, Hillier SL; Vaginal colonization by  
probiotic *Lactobacillus crispatus* CTV-05 is decreased by sexual activity and  
endogenous *Lactobacilli*; The Journal of Infectious Diseases.199(10);  
(2009);1506–1513
110. Vásquez A, Jakobsson T, Ahrné S, Forsum U, Molin G ;Vaginal *Lactobacillus* flora of  
healthy Swedish women; Journal of Clinical Microbiology.40 (8); (2002);2746–2749
111. Falsen, ; Pascual, .; Sjoden, B.; Ohlen, .; Collins;Phenotypic and phylogenetic  
characterization of a novel *Lactobacillus* species from human sources: description of  
*Lactobacillus iners* sp. Nov; International Journal of Systematic Bacteriology. 49  
(1);(1999);217–221
112. Nardis, C; Mastromarino, P.; Mosca, L ; "Vaginal microbiota and viral sexually  
transmitted diseases". Annali di Igiene. 25 (5);(2013);443–56
113. Ilenia Campedelli, Ana Belén Flórez,, Elisa Salvetti,, Susana Delgado, Luigi Orrù,  
Luigi Cattivelli,, Ángel Alegrí, Giovanna E. Felis, Sandra, Torriani, corres, ponding  
author, Baltasar Mayo; Draft Genome Sequence of Three Antibiotic-Resistant  
*Leuconostoc mesenteroides* Strains of Dairy Origin; Genome Announc.3(5);  
(2015);e01018-01015
114. Ma, Bing, Forney, Larry J, Ravel, Jacques ;Vaginal Microbiome: Rethinking Health  
and Disease” ; Ann. Rev. Microbiol. 66 (1); (2012);371–389

115. Mariya I Petrova, Elke Lievens, Shweta Malik, Nicole Imholz, Sarah Lebeer ;  
Lactobacillus species as biomarkers and agents that can promote various aspects of  
vaginal health ; Front Physiol 6; (2015) ;81
116. Miyamoto T, Akiba S, Sato N, Fujimura T, Takagi Y, Kitahara T, et al. Study of the  
vulvar skin in healthy Japanese women: Components of the stratum corneum and  
microbes. Int J Dermatol. 2013;52(12):1500-5.
117. Daniel G R-G, Luis A D-M, Marta L D-G, Diana P G-B, Impact of genital hair  
removal on female skin microenvironment: barrier disruption and risk of infection,  
a literature review. Medicas UIS . 2019. 32, 3, 27-33

## 第 4 章. 体臭成分に与える体毛処理の影響

## 第4章. 体臭成分に与える体毛処理の影響

### 4.1 緒言

今日,清潔意識の高まりから,体臭を気にする人が多くなっている。こうしたニーズに対応して,防臭効果や消臭効果を付加価値としたシャンプー,ボディーソープ,スキンケア剤等の直接肌に作用させる製品や,衣類洗剤,柔軟剤,衣類消臭剤等の体臭が付着する衣類に作用させる製品,繊維に抗菌防臭あるいは消臭加工を施した衣類など様々な製品が市販されている。衣類の中でも肌と直接接し,汗や皮脂などの分泌物を皮膚常在菌が分解することによって体臭が発生しやすいインナーウェア,特にショーツは抗菌防臭あるいは消臭のニーズが高く,これらの効果をもつ加工繊維が多く用いられている。これらの消臭機能付有するショーツを開発するにはまずデリケートエリアにおける匂い成分の種類,発生原因,さらにヒトが体臭に対する感じ方を調査する必要があると思われる。

まず,ヒトがにおいを感じ取れる嗅覚とは揮発性物質が嗅覚器の感覚細胞を化学的に刺激することで生じる感覚である<sup>1)</sup>。つまり,化学物質を受容器で受け取ることで生じる感覚のこと。陸上動物においては空気中の,水中動物においては水中の化学物質を感知している。2004年度コロンビア大学の Richard Axel 博士とフレッド・ハッチントンがん研究所の Linda Buck 博士がノーベル医学生理学賞を受賞し,嗅覚の謎の解明において大きなブレークスルーとなった発見,すなわち「匂い受容体遺伝子の発見」が受賞対象となった<sup>2)</sup>。

人間がにおいを識別するメカニズムを Fig.4-1 に示した。鼻は空気の入り口であり,その大部分は空気の通り道としての役割を果たしている。鼻腔の入り口で鼻毛の生えていると

ころが前庭で、空気はそこから上・中・下の3つに分かれた鼻道を通ってその奥の鼻咽頭へと続く。このうち、においを感じるのは、鼻腔のちょうど天井あたりのごく狭い範囲に限られる。嗅粘膜にある嗅覚受容細胞は粘膜に分泌された粘液中に多数の嗅毛を出していて、においの元になる微細な粒子（匂い成分）が鼻に入ると、嗅毛が刺激され電気信号が生じ、頭蓋骨のちょうど下にある嗅球を経て脳へと伝えられる。このとき、嗅毛に感じ取られる粒子と嗅細胞との親和性の違いによってにおいの違いが区別されるといわれている。嗅覚受容器の細胞は非常に敏感で、わずか数モルの化学物質にも反応する。<sup>2)</sup>

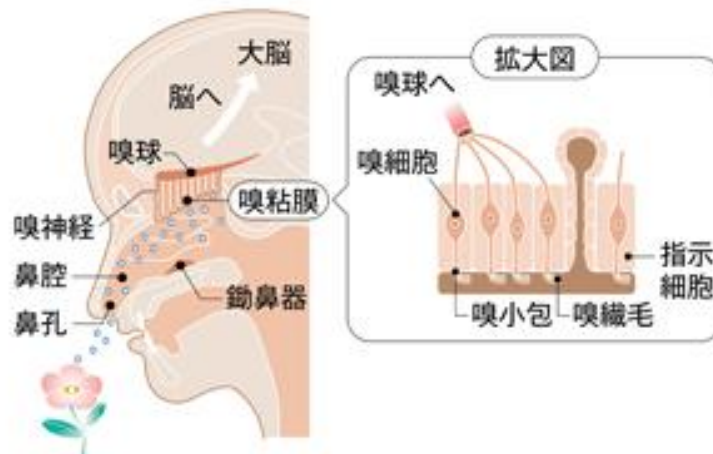


Fig.4-1 Anatomy of human olfaction<sup>3)</sup>

2014年7月に東京大学の新村芳人の研究チームが発表した研究によると、調査した動物の中で最も嗅覚受容体の種類の機能遺伝子数がアフリカゾウ1948個、マウスの1130個、イヌの811個、ヒトの僅か396個であった<sup>4)</sup>。ヒトの嗅覚は他の動物に比べて優れているとは言えない結果である。また、匂い成分の種類は約40万以上存在し、その分子量は30から300程度までの低分子匂い成分である。

ヒトの嗅覚では、多種の成分の混合臭を感じることができる。またヒトが感じられる成分

の濃度が 90%減少しても,人間の嗅覚は半分程度にしか感じないと報告されている。<sup>5,6)</sup>

匂い成分を構成している代表的元素は水素 (H) ,炭素 (C) ,窒素 (N) ,酸素 (O) ,イオウ (S) ,リン (P) 及び第 17 族元素などである。これらの元素群が種々の化学結合をつくることで,匂い成分ができあがる<sup>5)</sup>。もちろん,匂い成分存在することだけでヒトがにおいを感じるわけではなく,嗅覚受容体は鼻腔奥にあるため,呼吸をする空気の中に,におい分子が存在していることで初めて匂うことが可能になる。<sup>5-7)</sup>

一方,ヒトの匂い成分については,いくつかの研究が報告されている。Ellin ら<sup>8)</sup>,Bernier ら<sup>9)</sup>は,アルコール,ケトン,アルデヒド,エステル,エーテル,炭化水素が存在すると報じている。また Kanda ら<sup>10)</sup>や Zeng ら<sup>11)</sup>によると腋窩部,または足に存在する体臭の主要な成分が決定されており,その臭い形成のメカニズムについて報告されている。また,体臭と加齢の関係<sup>11)</sup>などが解明されている。健康な人の皮膚に体臭を発生させる原因は,主に 3 つである (Fig.4-2)。

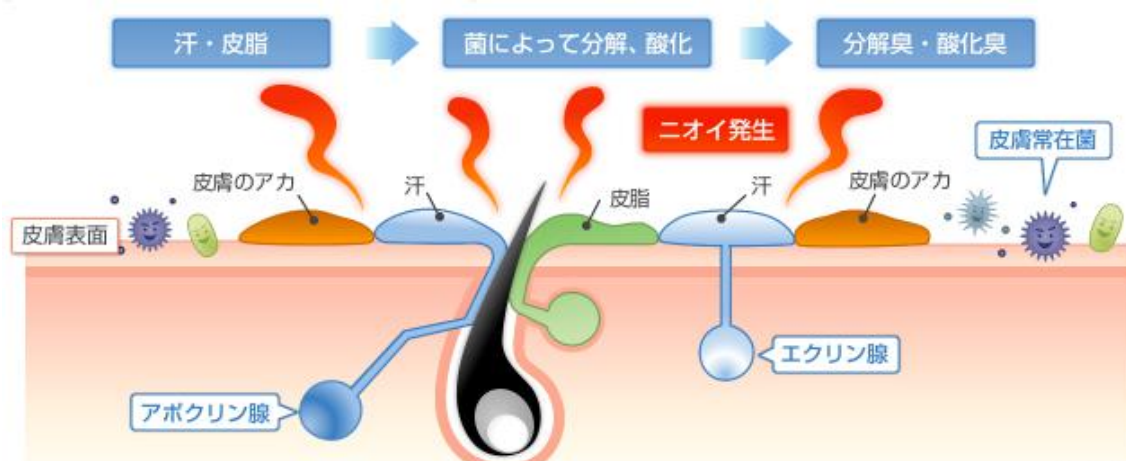


Fig.4-2 Sweat Glands / Apocrine glands and Eccrine glands<sup>13)</sup>



#### ① 皮脂腺<sup>14)</sup>

皮脂腺 (sebaceous gland) は皮脂 (sebum) を産生する器官である。皮脂はワックスエステル、トリグリセリド、脂肪酸などより構成される。また、皮表において汗などの水分と混合、乳化し、表面脂肪酸を形成して皮表をコーティングする (皮表膜)。この膜は pH4～6 の酸性を示し、殺菌作用を有する (酸外套 (acid mantle))。このように皮表膜と遊離脂肪酸によって、有毒物質の侵入と感染を防御するのが、皮脂および皮脂腺の重要な働きの一つである。また皮脂は皮膚の不感蒸散の抑制や保湿作用を有し、角層の水分保持に役立っている<sup>13)</sup>。また、年齢により皮脂の分泌量は変化し、新生児では多く産生されるが小児期では少なく、思春期から再び増加しはじめる。女性では 10～20 歳代に、男性では 30～40 歳代にピークを迎え、以後減少していく。この皮脂量の調節は主に性ホルモンによってなされ、男性ではテストステロン、女性では副腎アンドロゲン、また新生児では母親由来ホルモンが重要であるといわれる。<sup>14)</sup>

#### ② エクリン汗腺<sup>14)</sup> (Fig.4-3)

エクリン汗腺は、口唇や亀頭など一部を除く全身の皮膚に存在し、手掌足底、腋窩に最も多い。分布密度は 130～600 個/cm<sup>2</sup> であり、総数は約 300 万個と考えられている。温熱刺激によって全身に発汗をきたし、体温調節に関与している。精神的緊張や味覚刺激によっても発汗する。これを味覚性発汗 (gustatory sweating) という。1 日に産生する汗は平均 700～900mL といわれ、これらの発汗は交感神経およびアセチルコリンに支配されている。<sup>14)</sup>

#### ③ アポクリン汗腺<sup>14)</sup> (Fig.4-3)

アポクリン汗腺は哺乳類の芳香腺が退化したもので、腋窩、外耳道、鼻翼、鼻前庭、乳輪、臍囲、外陰部に多数存在するが、他の部位にもわずかに存在する。乳腺や睫毛腺 (Moll'

s gland) もアポクリン腺の一種である。数はエクリン汗腺より少なく、毛器官とともに発生するが、出生後に一時退化し、思春期以降に再び発達する。アポクリン汗腺による発汗はアドレナリン作動性と考えられており、主に情緒刺激で発汗する。汗は粘稠性で無臭であるが、皮表に出ると常在細菌によって糖蛋白や脂質などが分解され、臭気を帯びるようになる。腺の発達が性ホルモンと関係していることから、性機能との関連が考えられている。<sup>14)</sup>

Table 4-1 The difference of sweat secreted by Cline and Apollo glands<sup>13)</sup>

	エクリン腺	アポクリン腺
分布部位	全身、とくに手のひらや足の裏に多い	わきの下、性器周辺
成分	約99%は水。塩化ナトリウム、カリウム、カルシウム、乳酸、アミノ酸など	水、タンパク質、脂質、脂肪酸、コレステロール類、鉄塩など
役割	体温調節など	(動物学的に)性的なアピールなど
特徴	体温が上がった時、精神的に緊張したときなどにかく。発汗直後は無臭。汚れがつき時間と共に菌が繁殖してニオイが発生。	思春期に活動が盛ん。 特有のニオイがある。ニオイが強い場合を「わきが」と呼ぶ。

また、体臭は、遺伝的な違いもあり、個人によって異なりますが、同じ個人の体臭も、環境の影響により、時間の経過とともに異なる。<sup>15)</sup>

本研究の実験部位であるデリケートエリアにもアポクリン腺があり、生殖器の周りにあるアポクリン腺が原因で発生するにおいをスソワキガと言う。女性の場合、カビの一種であるカンジダによる膣炎や、トリコモナスという原虫による膣炎によって、悪臭が発生する場合があると考えられている。<sup>16)</sup>

一方、体臭以外に尿臭・糞臭・排出された腸内ガス（おなら）にもおいの一部である。尿

臭では血液中の水分や不要物,老廃物が腎臓により生産される液体状の排泄物である尿のにおいがある。東陶機器株式会社の資料<sup>17)</sup>によると,尿臭は用を足した直後には発生せず,細菌の作用により尿中の成分が分解されることによって生じると言われている。そのメカニズムは,まず,バクテリアの持つ酵素(ウレアーゼ)の作用により,残留した尿素がアンモニアと二酸化炭素に分解される(Fig.4-3)。<sup>13,17)</sup>

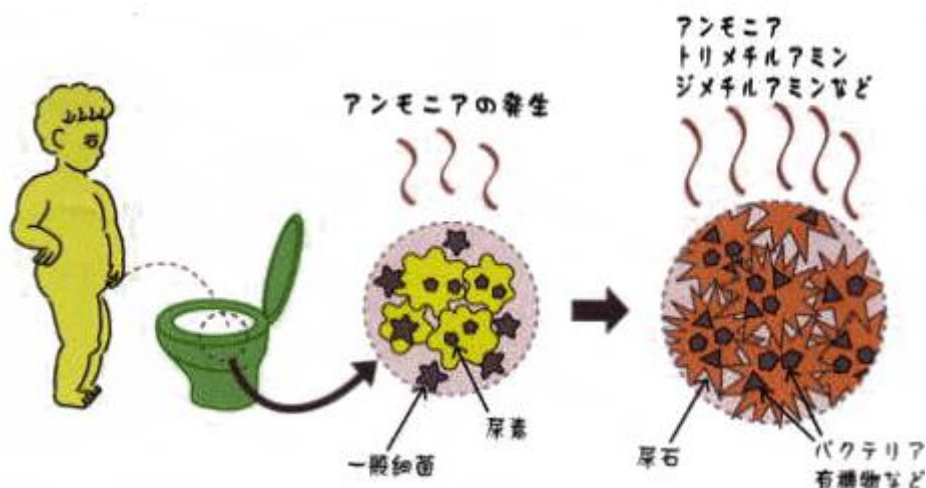


Fig.4-3 The mechanism of urine odor<sup>16)</sup>

糞臭に含まれる匂い成分については,硫化水素,メチルメルカプタン,アンモニア,プロピルアルデヒド,脂肪酸,ピリジン及び,微量のトリメチルアミンが検出されたとの報告がある<sup>18)</sup>。

おなら(屁)とは腸内で発生され肛門(こうもん)から排出された気体のことを指す。<sup>19)</sup>

Fig. 1-4 に示されたように大腸で腸内菌によって分解される時に腐敗し,硫化水素,二酸化硫黄,二硫化炭素,インドール,スカトール,亜鉛などのガスが発生し,臭い成分を含むガスが発生する。<sup>20)</sup>

また,女性特有である生理期間に発生する生理臭も挙げられる。Unicharm Japan 社によると生理前から生理後にかけて,臭いが強くなる最も大きな原因は,生理周期にあ

わせて変化するホルモンバランスである<sup>21)</sup> (Fig.4-4)。本研究では月経期を除外した期間内に実験を行った。

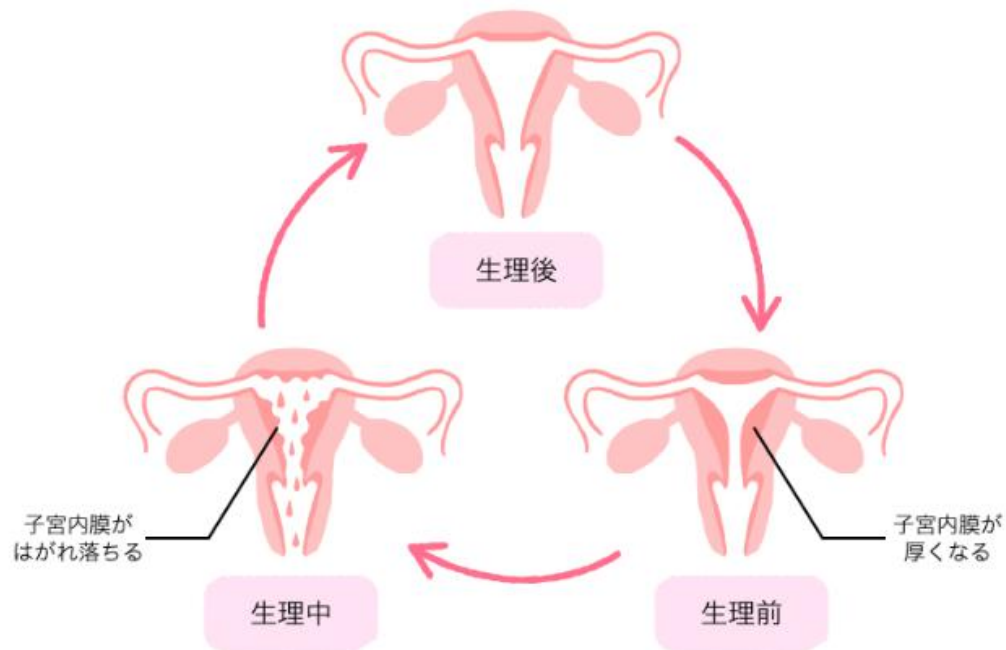


Fig. 4-4 Physiological cycle mechanism<sup>21)</sup>

上述のように皮膚表面から発する体臭に関する研究はここ何十年に多くの成果をあげた。本研究の対象であるデリケートエリアでは体表のみならず,尿臭・糞臭・おならのにおいなども含まれているため,特殊な匂い成分構造であると思われる。また,2014年 Scott M. Butler, PhD らがアメリカ国内の大学生 1,110 人 (女性 60% (n = 671), 男性 40% (n = 439), 平均年齢は 20.3 歳 (中央値= 20, 標準偏差= 2.02) を対象にした陰毛嗜好, 除去の理由, および関連する性器症状に関する調査を行った。その結果, 女性 (82%) 男性 (49%) が過去 4 週間に少なくとも 1 回は陰毛を除去しており, デリケートエリアの体毛処理が特殊なことではなく日常的に行われていることが分かった。<sup>22)</sup> 日本でも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の数が増加している。2019 年株式会社ウルク

スが 20 代～50 代女性 221 名に対し,VIO 脱毛（デリケートエリアの体毛処理）に関する意識調査した結果を報告された,20 代では,過半数に近い 46.9%が脱毛しているという回答であった。また興味があると回答した層も 45.8%おり,合計すると 20 代女性の 92.7%が,興味関心が高いことが分かった<sup>23)</sup>。しかし,体毛を処理することがデリケートエリアの匂い成分及ぼす影響について検討した研究は見当たらなかった。

また,筆者らは「第 5 章 衣服内熱水分環境」において,体毛処理により,ショーツ内温度・相対湿度共に低下する傾向があることを見出した。「第 3 章 皮膚表面細菌叢」では体毛処理により皮膚常在菌層の多様性が高まる傾向がある。さらに病原性を示す可能性のある菌種が検出され,デリケートエリアの体毛処理により,健全な皮膚常在菌バランスが破壊されたことも推測できる。このように,体臭に大きい影響を与えると言われる熱水分環境及び皮膚細菌叢に変化が見られた。そこで本章では,剃毛による体毛処理が,デリケートエリアの臭い成分の生成に何らかの影響を及ぼすかどうかについて検討することを目的とした検討を試みた。

## 4.2 実験方法

### 4.2.1 匂い成分解析原理

本実験ではサンプルを付着させた捕集剤を四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計 GC/MS（QP-2010,島津製作所）に加熱脱離装置（TD-20,島津製作所）を使用して,試料を導入して順次分析した（Fig. 4-5）。匂い成分捕集後の補修剤は加熱脱離装置で 250℃に加熱後,急速冷却して脱着した成分を再吸着させ,試料を効率良く濃縮した。カラムは比較的極性の高い SH-Stabilwax™（島津製作所）を用い,キャリアガスはヘリウムを用いた。使用したカラムはアルデヒド系,アルコール系,ケトン系などの臭気物質を幅広く検出することが

でき,特にアルデヒド系匂い成分に焦点を当てた分析に適している。カラム恒温槽は 40℃から 250℃まで毎分 20℃上昇する昇温分析法を採用した。質量分析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はピークごとにマス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) で解析した。標準マスマスペクトルと 90%以上一致した物質については標準物質を用いた。

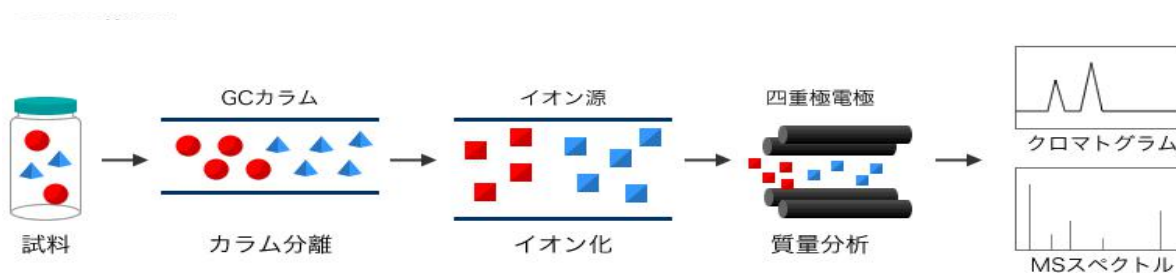


Fig.4-5 Analysis procedure by GC/MS<sup>24)</sup>

定性,定量分析の流れを Fig. 4-6 に示す。混合物試料を成分またはよく似た性質をもつグループごとに分離し,各成分が何か同定することを定性 (同定) 分析という。各成分がどの位の量,試料に含まれているかを検量線などで明らかにすることを定量分析という。



Fig.4-6 Qualitative analysis and quantitative analysis mode diagram <sup>24)</sup>

カラムによる成分の分離過程について Fig.4-7 に示す。このような分析方法はクロマト

分離と呼ばれる。また,クロマト装置の検出器からの出力をクロマトグラムと呼び (Fig.4-12),各成分は横軸を保持時間 (リテンションタイム) とし,ピークとして示される。

クロマトグラフの分離は Fig.4-7 に示されているように成分 A と B を含む試料を移動相 (ガスクロマトグラフ (以下 GC) の場合はキャリアガス: 一般的に He ガスが使用されることが多い) とともにカラムに注入され,試料が移動相とともにカラム内を運ばれる。その移動速度が匂い成分によって異なるため,カラムの出口でそれぞれの成分の到着時間に差が生じ,分離されたピークとして現れる。

Fig.4-8 のクロマトグラムの例を示す。試料を注入してピークが現れるまでのリテンションタイムが匂い成分によって異なるため,リテンションタイムが既知である特定の成分と比較して同定を行う。ピーク面積は,特定の成分がどのくらいの量,試料に含まれているかを表すことから,標準物質により検量線を作成し定量に利用する。

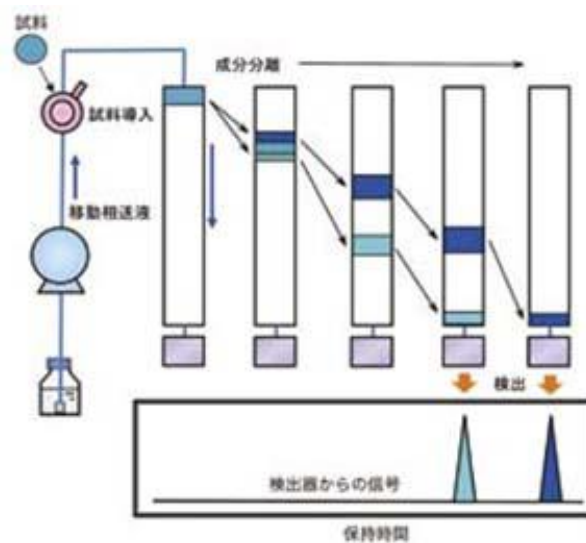


Fig.4-7 Chromatographic separation mode diagram <sup>25)</sup>

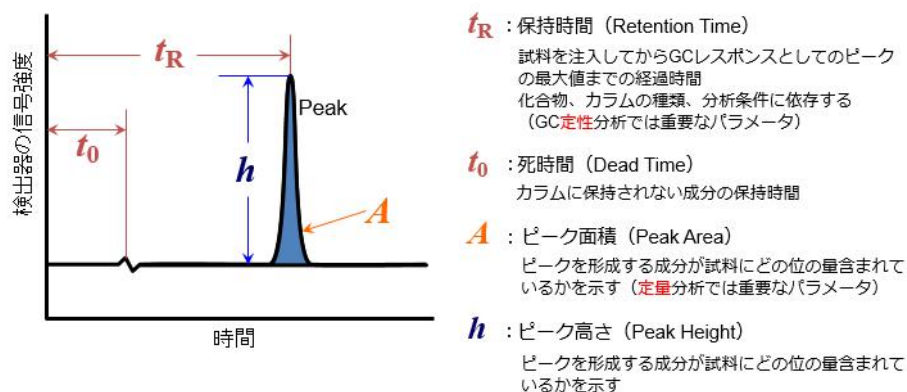


Fig.4-8 Chromatographic <sup>25)</sup>

#### 4.2.2 被験者

被験者は健康な 23～32 歳 (26.1±5.91 歳) の女性 11 名である(一部の被験者は第 3 章, 第 5 章, 第 6 章同様)。試料採取に当たっては月経期を除外した。被験者に対して, 体毛処理に同意するかどうかを事前の聞き取り調査にて確認したところ, 体毛処理に同意した被験者は 8 人であった。被験者のうち, あらかじめ体毛を処理していた参加者が 3 名, 処理しない参加者が 3 名, 体毛処理及び未処理の両方で参加した者が 5 名であった。以下体毛を処理した被験者群を処理群, 未処理の被験者群を未処理群と呼ぶ。

この実験の候補者は本学内の大学院の在校生及び卒業生に対して公募した。本実験における被験者の分類基準を以下に述べる。

第 1 の分類は剃毛群, 未処理群両方に属する被験者 (体毛処理前後のデータがある) 以下の 2 つの条件を満たした。

①陰部の体毛処理を行ったことがない。



②実験において自分で剃毛を行うことに同意する。

両群に属する 5 人の被験者は 2 回実験を行った。一回目は実験前日に配布した石鹼を使用してシャワーを浴びた後、実験を終えるまで配布したショーツを装着した。二回目は、実験前日に配布した石鹼を付けてから体毛を全部剃り、その後シャワーを浴び一回目同様、実験を終えるまで配布したショーツを装着した。一回目の実験と二回目の実験の間隔は 3 日から 7 日の間でであった。

第二の分類は体毛を処理しない被験者、つまり未処理群にのみ属する被験者 3 名である。これらの被験者は陰部の体毛処理を行ったことがなく、実験において自分で剃毛を行うことに同意しなかった。

第三の分類は剃毛群にのみ属する被験者 3 名であり、陰部の体毛処理を 2 ヶ月以上半年以内に行っており、実験において自分で剃毛を行うことに同意する場合である。

これらの被験者の体毛処理方法を確認したところ、剃刀による剃刀による剃毛であった。剃刀による剃毛は 2 ヶ月以上経つと剃刀による皮膚へ影響がほとんどなくなるとされる。また半年以内であるため、体毛が完全に生え揃っていない可能性がある。このため未処理群には属さず、剃毛群にのみ属するものとした。

被験者の身体特性を Table 4-2 に示す。

Table 4-2 Characteristics of subjects

	Age (year)	Height (cm)	Body weight (kg)	Hair	
				Shaving	No treatment
A	24	160	51	+	+
B	29	160	60	+	+
C	27	162	49	+	+
D	24	163	44	+	+
E	23	162	52	+	+
F	23	158	44	+	—
G	32	154	50	+	—
H	23	165	49	+	—
I	32	155	45	—	+
J	28	161	45	—	+
K	22	158	57	—	+
Average	26.1	159.8	49.6		
SD	3.70	3.34	5.26		

#### 4.2.3 実験方法

被験者には実験前日に準備した石鹸のみを使用してシャワーを浴び、シャワー後に薬品や化粧品類を一切使わないよう伝えた。また、剃毛群はあらかじめ準備した剃刀を使用してショーツ内の体毛を全て除去するよう伝えた。実験当日は文化学園大学 実験室にて 10:00 から 13:00 の 3 時間、匂い成分を捕集し、採取中提供した綿 100%のショーツ以外は本人の衣服を着用し、実験室内で椅座位安静あるいは自由に行動させた。

Fig. 3-3 に本体綿 100%,ウエスト部分ナイロン 89%,ポリウレタン 11%（無印良品製）のショーツ, Fig. 3-4 に剃毛に使用した女性用剃刀（T 型女性用かみそり（無印良品製））,Fig. 3-5 にシャワーで使用した石鹸（着色料・香料・防腐剤・品質安定剤・アルコール無添加 皮膚アレルギーテスト済み（牛乳石鹸 無添加せっけん 牛乳石鹸共進社））,Fig.4-9 に PTFE F-3005（株式会社 Flon Industry（工業社製））のテフロンシート, Fig.4-10 に Mono Trap

RGPS TD（株式会社ジーエルサイエンス社製）の匂い成分捕集剤,その捕集原理は Fig.4-11 に示されているように試料はモノリス構造の連続孔（スルーポア）を通過し,シリカ骨格表面に化学修飾された官能基や骨格内外 に含まれている活性炭などに捕集され。150 m<sup>2</sup>/g 以上という大きな表面積により,高い捕集効率を発揮する。また,シリカ表面は,不活性化処理を施している。Fig.4-12 に GC/MS QP-2010 （島津製作所製）の四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計と加熱脱離装置（TD-20 島津製作所製）に示す。



Fig.4-9 Teflon sheet<sup>26)</sup>



Fig.4-10 Mono Trap RGPS TD<sup>27)</sup>

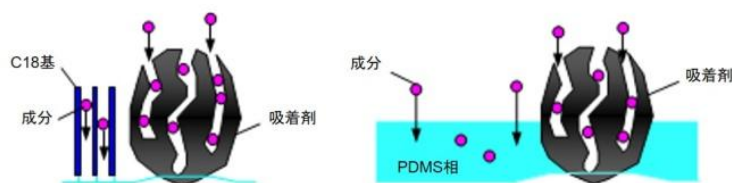


Fig.2 MonoTrapによる捕集イメージ

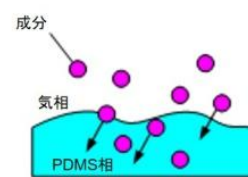


Fig.3 従来のPDMS相による捕集イメージ

Fig.4-11 MonoTrap Capture mode<sup>24)</sup>



Fig.4-12 GC/MS QP-2010 and TD-20<sup>24)</sup>

#### 4.2.4 匂い成分採取方法

捕集剤 MonoTrap はテフロンシートで包み (Fig.4-13) ,ショーツ内に縫い付けることにより,周囲の匂い成分を捕臭した。10:00~13:00 の 3 時間,捕集を行い,3 時間経過後に補修剤を回収した。測定部位は Fig.4-14 に示すように,粘膜上部から 5 cm位置のショーツ肌側とした。

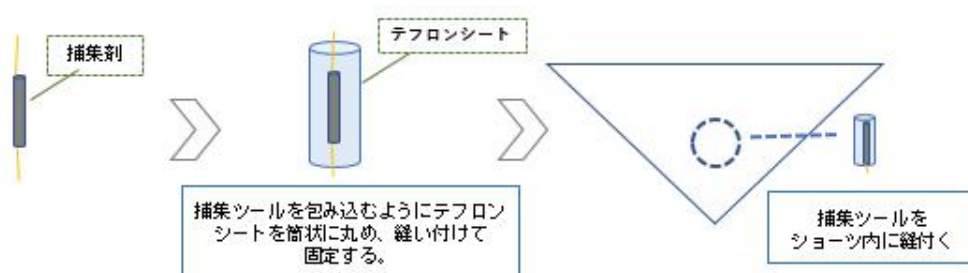


Fig.4-13 Experimental procedure

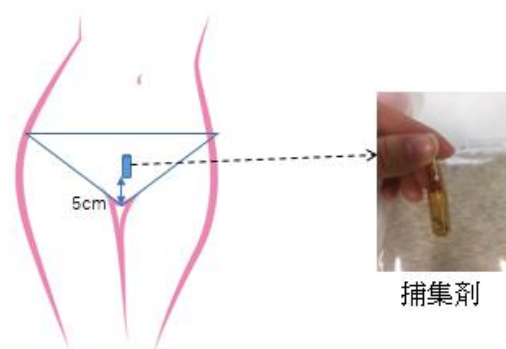


Fig.4-14 Measurement site

#### 4.2.5 定量分析方法

本実験では絶対検量線法により定量分析を行った。また,本実験では多くの被験者において検出された Nonanal (MW=142.2) ,Decanal (MW=156.2) と,低濃度でもヒト加齢臭と知られている 2-Nonenal (MW=140.2) の3種を定量分析の対象とした。

一点絶対検量線法の操作手順は Fig.4-15 に示す：

- (1) 分析対象成分 Nonanal,Decanal,2-Nonenal の標品（和光純薬工業製）を 1 ng/ $\mu$ L から 100 ng/ $\mu$ L に希釈した。
- (2) 希釈した標準物質を MonoTrap に 1 $\mu$ L 打ち込み,保持時間およびマピーク面積を得た。
- (3) 横軸に標準試料の濃度,縦軸にそのピーク面積をプロットした検量線を作成した。
- (4) 検量線を作成した分析と同じ条件で未知濃度試料の分析を行い,ピーク面積を測定し,検量線より濃度を算出した。

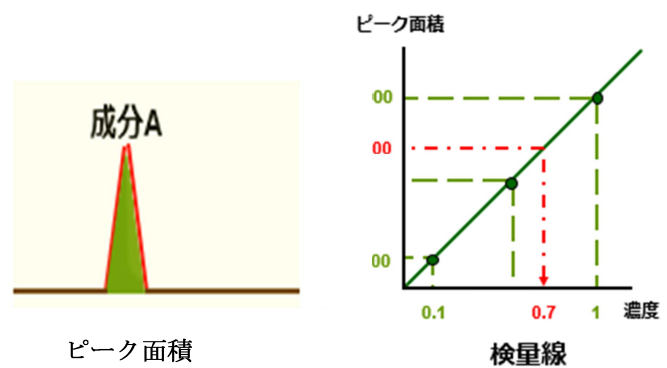


Fig.4-15 Quantitative procedure by absolute calibration method

#### 4.2.6 実験期間

実験は2018年10月から2019年3月に実施した。実験室の温湿度条件は、環境温度が18℃～21℃、環境相対湿度が26%～38%であった。

#### 4.2.7 統計的解析

本研究の対象物質である Nonanal, Decanal, 2-Nonenal の検出量 (ng/μL) 及び Nonanal, Decanal, 2-Nonenal, Undecanal, Dodecanal, Squalene の Peak Area について、未処理群と剃毛群の間で Welch's t-検定を行った。なお、危険率 5%未満 ( $P < 0.05$ ) の場合に有意性があると判定した。

## 4.3 結果

### 4.3.1 定性分析結果

#### 4.3.1.1 対象臭い成分の検出率

Fig.4-16 に,すべての被験者におけるトータルイオンクロマトグラム (TIC) を示す。アルデヒド系,アルコール系,ケトン系の匂い成分が 20 数種検出された。これらの物質のクロマトパターンは各被験者間では若干の差異を認められたもののほぼ同様なパターンを示した。

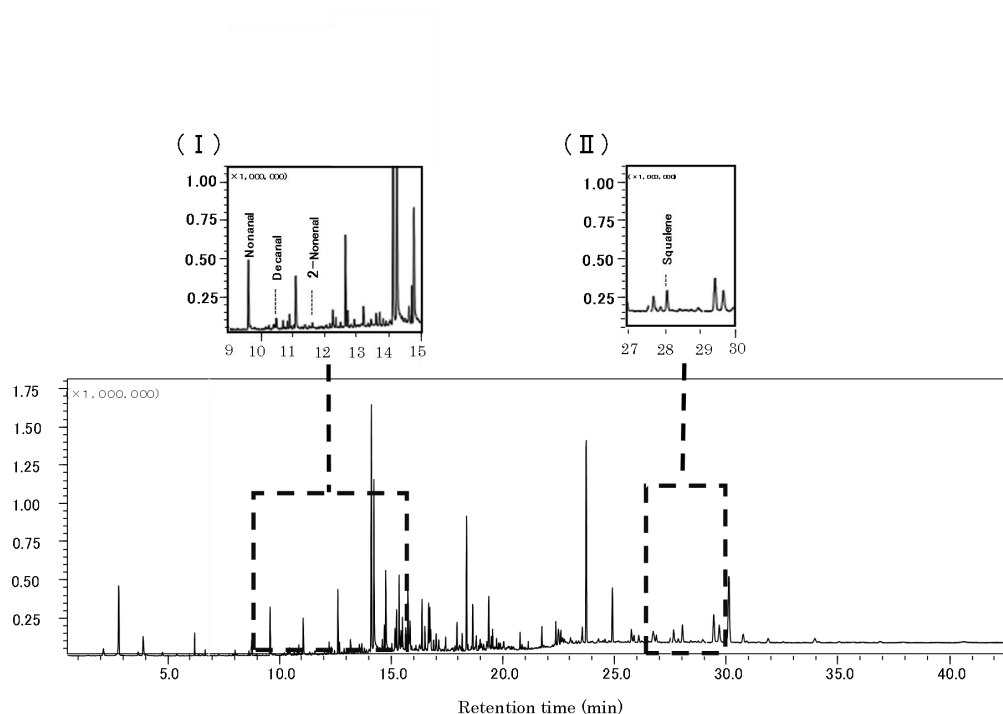


Fig.4-16 Gas chromatograms panel I) and II) of human body odor components  
analyzed by GC/MS

全 16 被験者において検出率 50%以上を有する臭い成分を対象とした。Table 4-3 に各物質が何人の被験者において検出されたかの人数を示す。対象である臭い成分は Nonanal,Decanal,2-Nonenal,Undecanal,Dodecanal の計 5 種類であった。ヒトが匂いを感じることのできる成分の分子量は 30 から 300 程度までの低分子匂い成分である。

Nonanal は 142.2 g/mol,Decanal は 156.2g/mol,2-Nonenal は 140.2g/mol,Undecanal は 170.3g/mol,Dodecanal は 184.3g/mol であり,匂い成分に該当した。これらに加えてすべて被験者から検出されたスクアレン (Squalene) を対象とした。全延べ 11 名の被験者の結果より,Squalene は全ての被験者で検出され,Nonanal,Decanal は 8 名,2-Nonenal は 6 名となり,被験者の半数以上で検出された。また未処理群 8 名においては,Squalene は全被験者で,Nonanal は 6 名,2-Nonenal が 5 名,Decanal は 4 名となり,未処理群でも半数以上の被験者から検出された。

Table 4-3 Several compounds detected in human body odor by GC/MS

Chemical Compounds	All subjects (n=11)	Hair shaving (n=8)	No treatment (n=8)
Nonanal	8	6	6
Decanal	8	8	5
2-Nonenal	6	5	4
Undecanal	8	8	4
Dodecanal	8	8	4
Squalene	11	8	8

#### 4.3.1.2 全被験者における匂い成分ピーク面積結果

対象である 6 種類について,全被験者のピーク面積について,剃毛群を Fig.4-18,未処理群を Fig.4-17 に示す。横軸は匂い成分名で,左から分子量の小さい順に並べた。体毛未処理群より剃毛群の方が検出される匂い成分の種類が増したことを見受けられた。



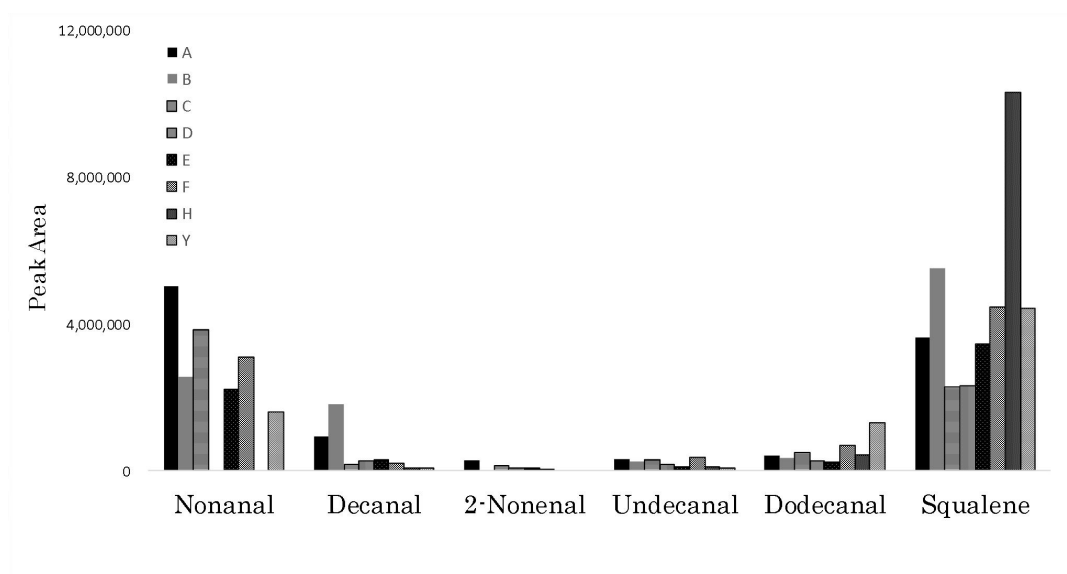


Fig.4-17 The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS in Hair shaving group

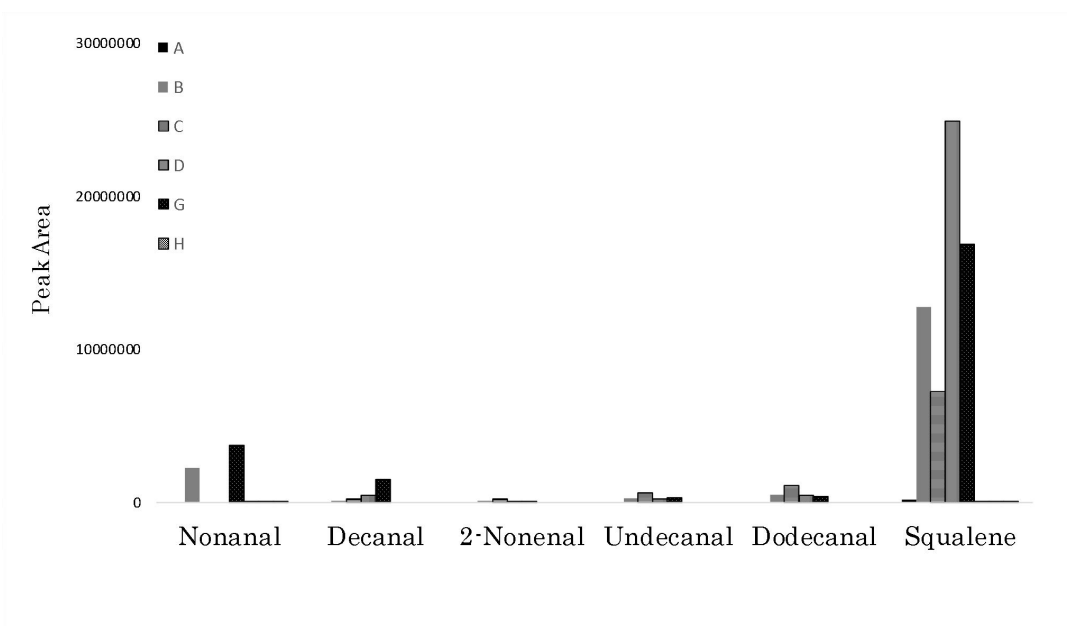


Fig.4-18 The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS in No treatment group

#### 4.3.1.3 体毛処理/無処理群検出された匂い成分別平均ピーク面積

Fig.4-18 では匂い成分ごとに,剃毛群及び未処理群のピーク面積の平均値を示す。対象である 6 種の匂い成分中,剃毛群の方がピーク面積値大きい成分は 2 種類であった。それぞれ処理群は未処理群に対して,Nonanal は 217.7%,2-Nonenal は 153.8%と高かった。逆に体毛未処理群の方が高い成分は,4 種類であった。それぞれ処理群は未処理群に対して,Decanal は 371.0%,Undecanal は 36.2%,Dodecanal は 19.0%,Squalene は 32.4%であった。中でも Squalene (Fig.4-21) の 32.4%が一番高かった。

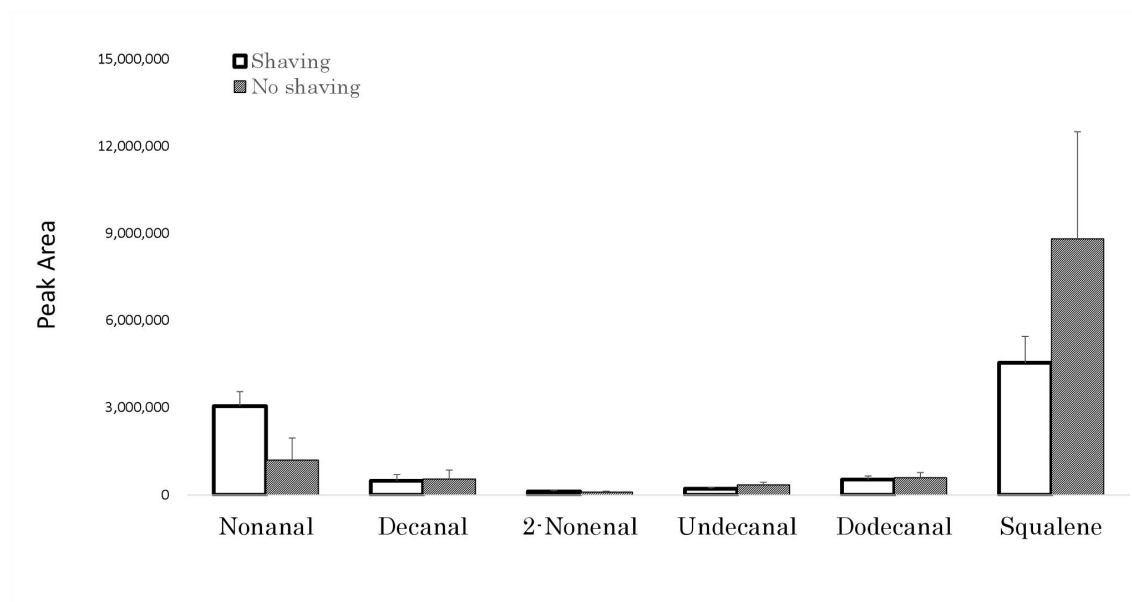


Fig.4-18 The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS

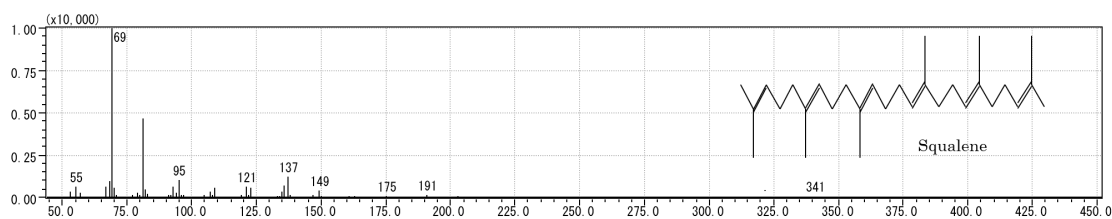


Fig.4-19 Squalene : representative substances analysis by GC/MS

#### 4.3.1.4 両群に属する同一被験者検出されたニオイ成分別平均ピーク面積

剃毛群及び未処理群両群の属した被験者 5 人の平均値を比較した結果を Fig.4-20 に示す。対象である 6 種の匂い成分中,剃毛群の方がピーク面積大きい成分は Nonanal,Decanal,2-Nonenal の 3 種であった。体毛未処理群の方がピーク面積大きい成分は 3 種であり,それぞれ処理群に比べて,Undecanal が 276.5 %,Dodecanal が 525.8%,Squalene が 309.1%の値を示した。

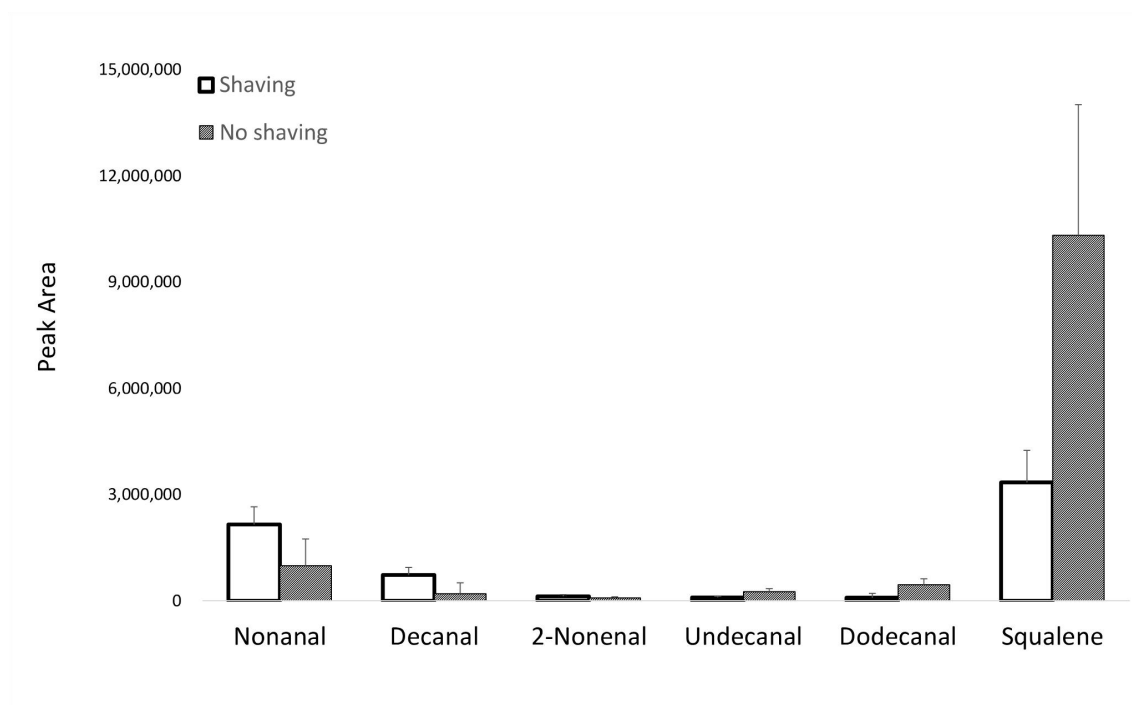


Fig.4-20 The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS

匂い成分被験者別に検討したものを下述する。

Nonanal (Fig.4-21) は和名ノナナール,アルデヒド系匂い成分である。また,株式会社ベネフィット・イオンによる 2018 年 11 月現在における体臭検査ユーザー 1500 人から集積したデータでは,脂臭物質 Nonanal は,日本人の 99%以上から検出されていると報告されてい

る。

本実験では 10 被験者中 5 被験者で Nonanal が検出された。A,C 被験者では剃毛群のみ検出された。H 被験者では,体毛未処理条件のみ僅かに検出された。B 被験者は両条件で検出され,体毛未処理群の方が処理群よりも 116.2%高かった。(Fig.4-22)

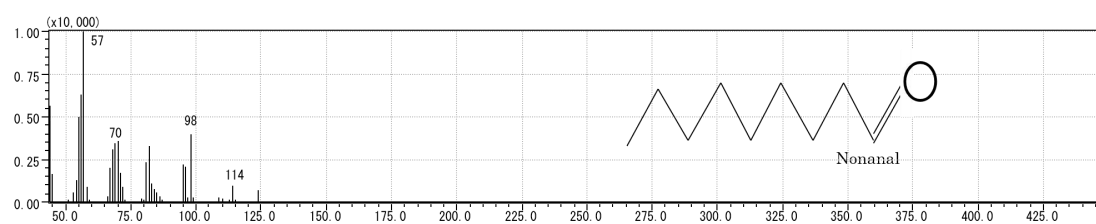


Fig.4-21 Nonanal : representative substances analysis by GC/MS。

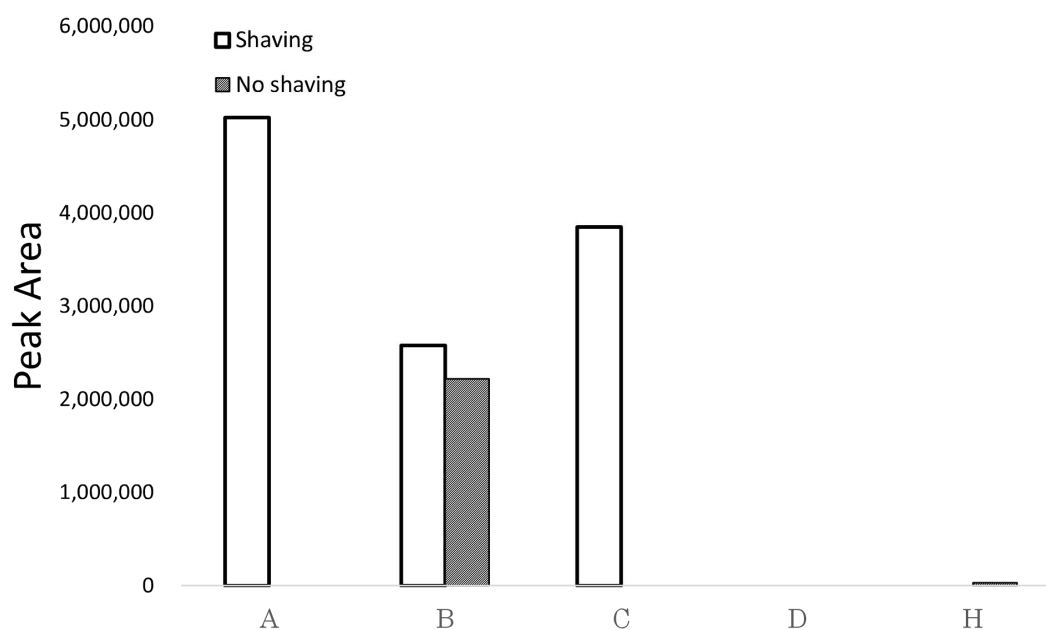


Fig.4-22 Nonanal : The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS, n=5.

Decanal (Fig.4-23) は和名デカナール,アルデヒド系匂い成分である。本実験では Fig.4-24 に示すように 10 被験者中 8 被験者で検出された。また,剃毛群では 5 被験者全てで検出された。B 被験者では体毛処理条件の方が未処理条件より 28 倍近く高かった。C,D 被験者では体毛未処理条件の方が処理条件よりも 76.4%,61.7%高かった。

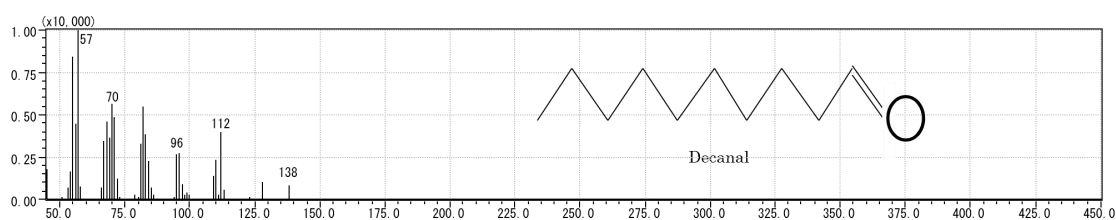


Fig. 4-23 Decanal : representative substances analysis by GC/MS

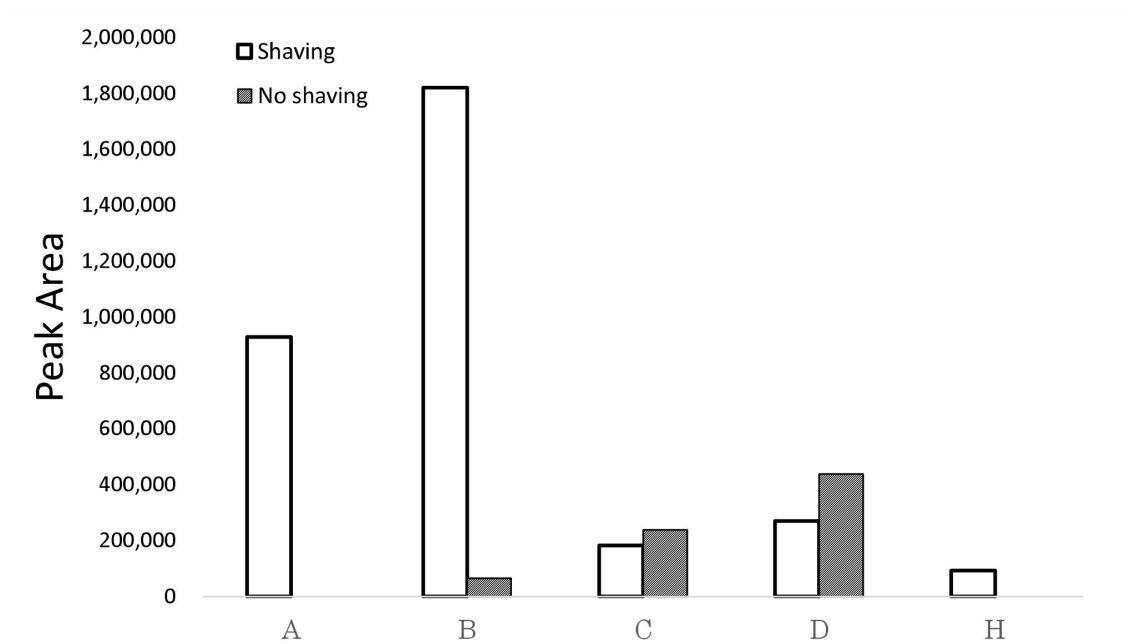


Fig. 4-24 Decanal : The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS, n=5.

2-Nonenal (Fig.4-25) は和名 2-ノネナール,アルデヒド系匂い成分である。加齢臭とし

て知られており,既往研究では,26～75 歳の 22 名健康的な男女（男性 13 人女性 9 人）を対象とした実験では,3 日間着用したシャツの裏から試料（20×30cm）を切り取り,付着した臭い成分を GC / MS で分析した結果,2-Nonenal は 40 歳以上の被験者から頻繁に見られ検出率 69%に対し,40 歳未満の被験者から検出されなかった<sup>23)</sup>。しかし,本実験では,長年加齢臭物質として知られてきた 2-Nonenal が若年女性のショーツ内からの高い確率で検出された（Table 4-3 参照）。

体毛処理及び未処理群の両群に属する被験者 5 人の結果では Fig.4-26 に示すように 10 被験者中 6 被験者で検出された。A 被験者では剃毛条件のみ,B 被験者では未処理条件のみで検出された。C,B 被験者は剃毛条件および未処理条件の両方で検出され,未処理条件の方が高かった。

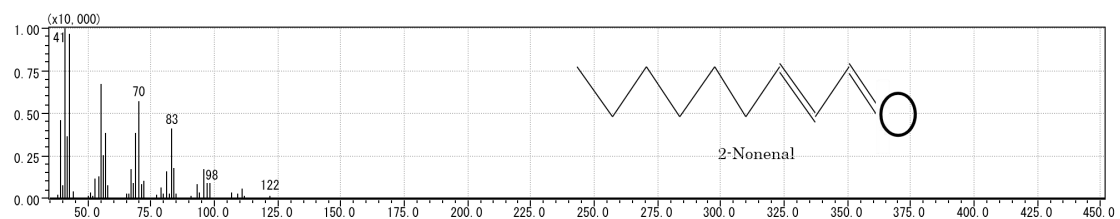


Fig.4-25 2-Nonenal : representative substances analysis by GC/MS

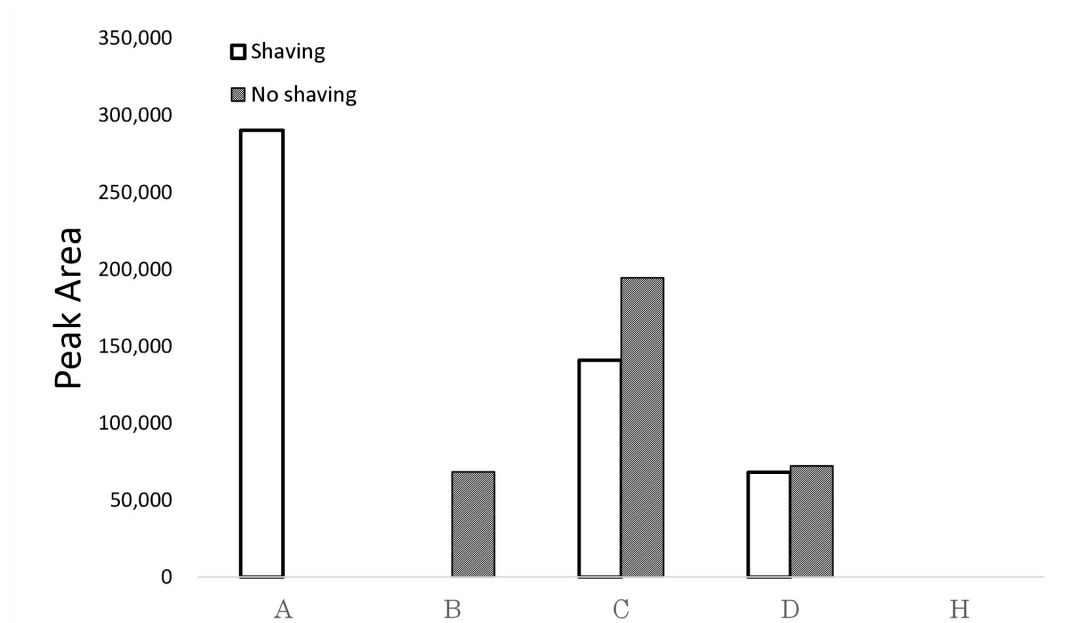


Fig.4-26 2-Nonenal : The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS, n=5.

Undecanal (Fig.4-27) は和名ウンデカネール,アルデヒド系匂い成分である。脂肪臭およびバラに似た芳香を持つ。自然界ではオレンジ,マンダリン,レモン,ライムなどの果皮から発見されている<sup>24)</sup>。

本実験ではでは 10 被験者中 8 被験者で検出され,剃毛群の 5 被験者全てで検出された。両条件共に検出されたのは,被験者 B,C,D で,全て体毛未処理条件の方が値高かった。

(Fig.4-28)

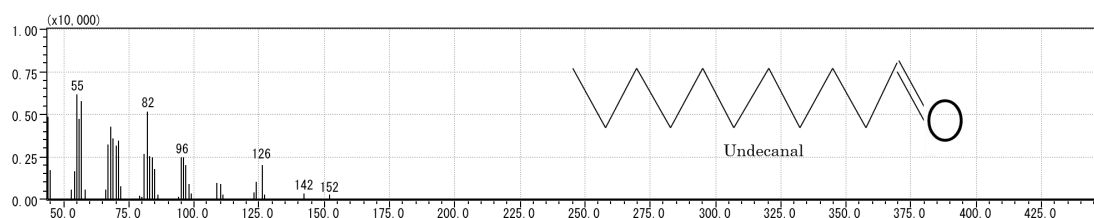


Fig.4-27 Undecanal : representative substances analysis by GC/MS.

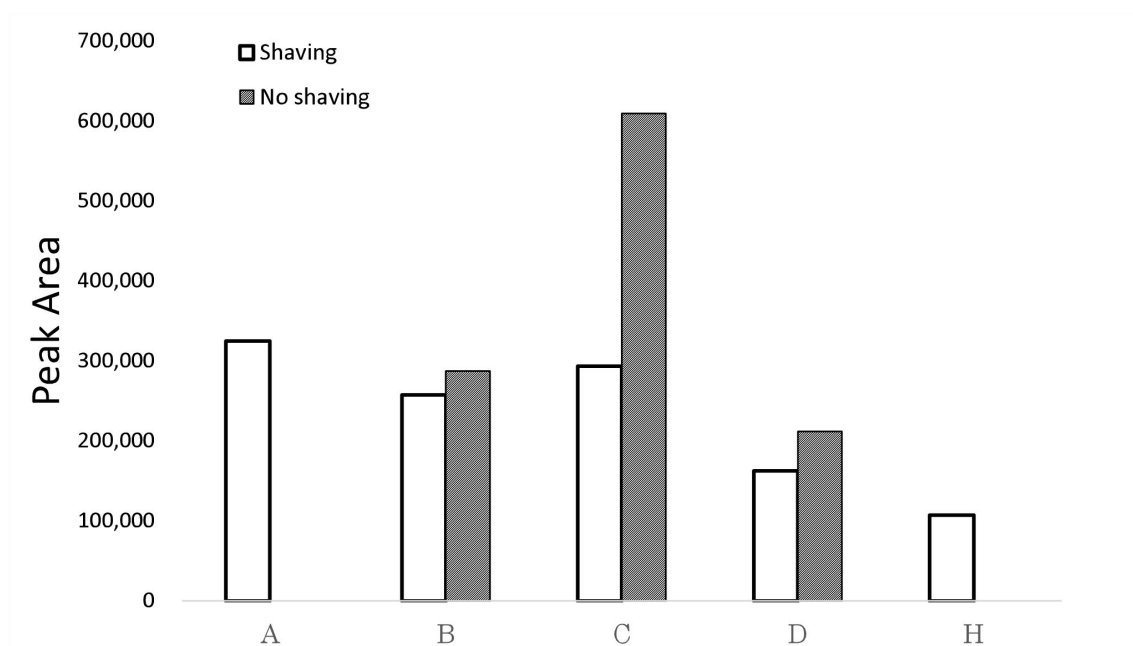


Fig.4-28 Undecanal : The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS, n=5.

Dodecanal (Fig.4-29) は和名ドデカネールアルデヒド系匂い成分である。強い脂肪臭があるが希釈するとバイオレットの香気を呈する。自然界ではコリアンダー,キュウリ,ニンジン,ミカンなどに含まれる<sup>24)</sup>。

本実験では 10 被験者中 8 被験者で検出された。剃毛群の 5 被験者全て検出された。両条件共に検出された被験者 B,C,D では,全て体毛未処理条件の方が高かった (Fig.4-30)。

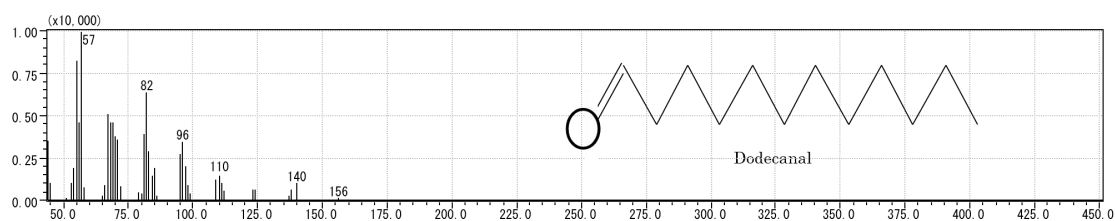


Fig.4-29 Dodecanal : representative substances analysis by GC/MS



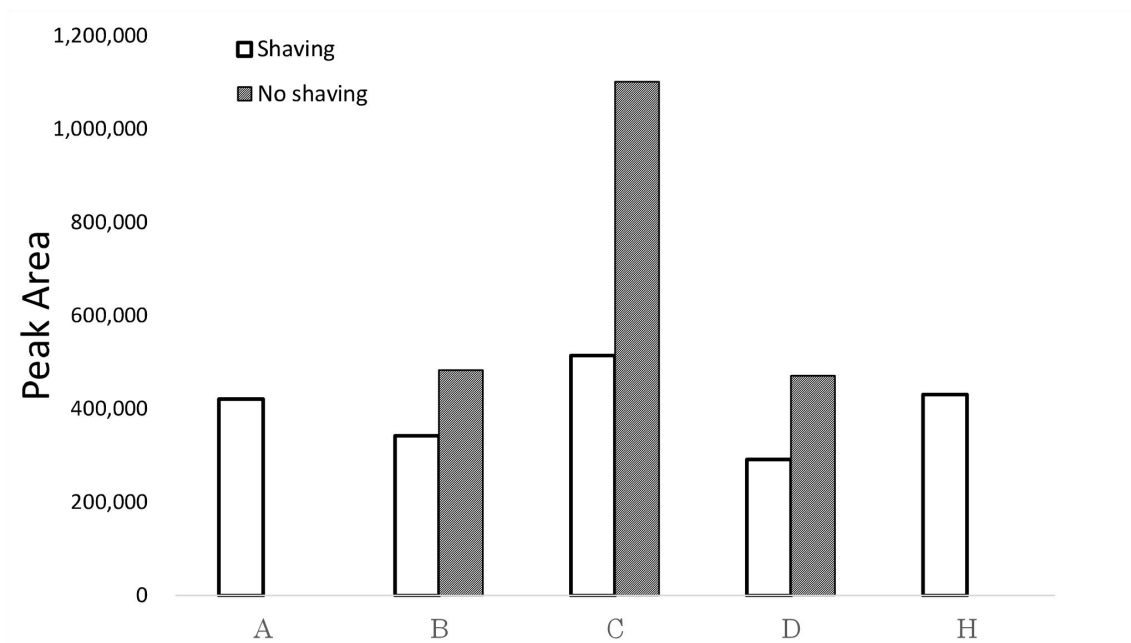


Fig.4-30 Dodecanal : The value of chemical compounds each calculated from the ratio of the peak area by GC/MS, n=5.

Squalene は和名スクアレン, 匂い成分ではないが, 本研究の分析結果において, 検出率が 100% と高かった。GC/MS により検出された Squalene の剃毛群, 未処理群の平均ピーク面積を Fig.4-31 に示す。Squalene の平均ピーク面積では処理群は未処理群の 32.4% と非常に小さかった。処理群, 未処理両群に属する 5 名で比較した場合にも同様の傾向であった。よって剃毛により Squalene が減少する可能性が示された。

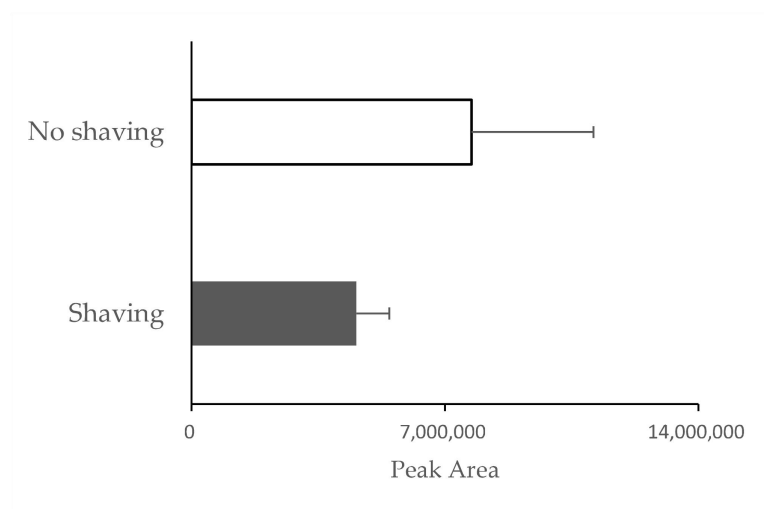


Fig.4-31 The value of squalene calculated from the peak area by GC/MS, n=5.

## 4.3.2 定量分析結果

### 4.3.2.1 未処理群の定量分析結果

Table 4-2 に定量分析を行った Nonanal,Decanal,2-Nonenal の 3 物質と Squalene が何人の被験者において検出されたかの人数を示す。全延べ 11 名の被験者の結果より,Squalene は全ての被験者で検出され, Nonanal, Decanal は 8 名,2-Nonenal は 6 名となり, 被験者の半数以上で検出された。また未処理群 8 名においては, Squalene は全被験者で, Nonanal は 6 名,2-Nonenal が 5 名,Decanal は 4 名となり,未処理群でも半数以上から検出された。

Fig.4-33 に未処理群 8 名における Nonanal,Decanal,2-Nonenal の検出量の結果を示す。Nonanal が  $0.96\text{ng}/\mu\text{L} \sim 148.21\text{ng}/\mu\text{L}$  と最も検出量が多く,次に Decanal $3.17\text{ng}/\mu\text{L} \sim 21.56\text{ng}/\mu\text{L}$  であり,2-Nonenal は  $0.65\text{ng} \sim 2.57\text{ng}$  と非常に少ない検出量であった。 また検出される臭気成分の組み合わせについては,未処理群の 8 名において Nonanal,Decanal,2-Nonenal の 3 成分すべてが検出されたのは Nonanal,2-Nonenal の 2

成分が検出されたのは2名であった。このように検出される成分の組み合わせに一定の傾向は認められなかった。

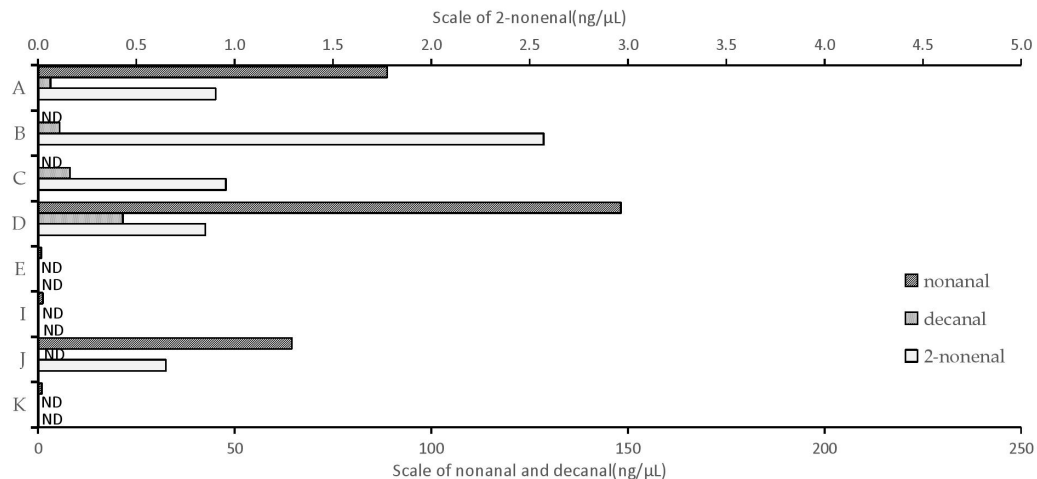


Fig.4-33 Quantitative analysis of nonanal, decanal and 2-nonenal in individual data of subjects by GC/MS: no treatment group

#### 4.3.2.2 処理群と未処理群の比較

未処理群と処理群の匂い成分を比較した結果を Table 4-2 に示す。未処理群（8名）および処理群（8名）において、Squalene 8名, Nonanal は6名, 2-Nonenal は5名と両群で同数の被験者から検出されたが、Decanal だけは、未処理群4名に対して処理群では8名と違いが見られた。

Fig.4-34 に未処理群と処理群における検出量の平均値を比較した結果を示す。Nonanal は未処理群で  $50.76\text{ng}/\mu\text{L}$ , 処理群で  $108.62\text{ng}/\mu\text{L}$  となり, 処理群の方が有意に大きかった ( $p<0.05$ )。Decanal は未処理群で  $9.58\text{ng}/\mu\text{L}$ , 処理群で  $8.47\text{ng}/\mu\text{L}$  と未処理群の方が大きく, 2-Nonenal は未処理群で  $1.19\text{ng}/\mu\text{L}$ , 処理群で  $1.60\text{ng}/\mu\text{L}$  となり処理群の方が若干大

きく,いずれも有意ではなかった。

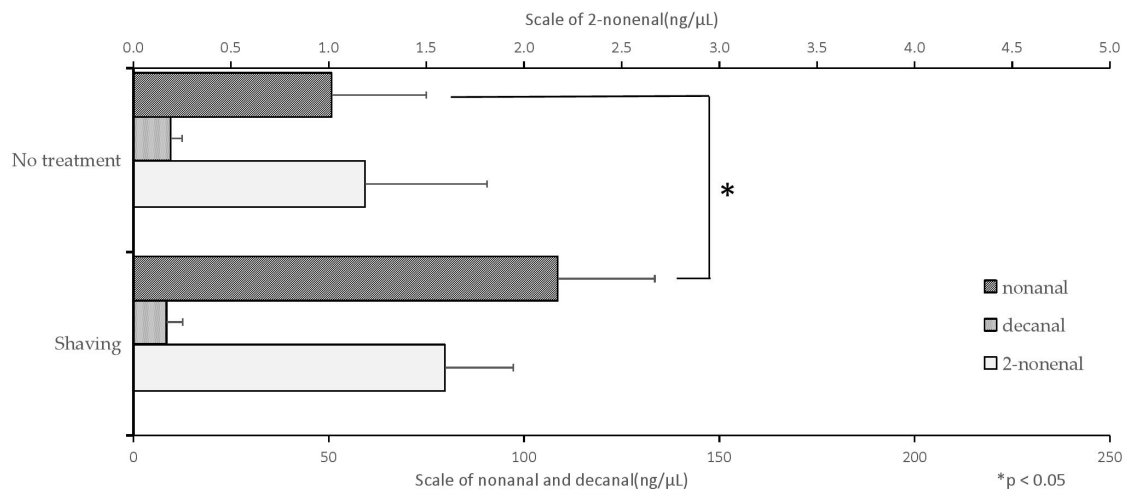


Fig.4-34 The value of chemical compounds each calculated from quantitative analysis of the nonanal, decanal and 2-nonenal by GC/MS. Mean  $\pm$  SEM. Welch's t-test, nonanal  $p = 0.048^*$  (\* $p < 0.05$ ).

Fig.4-35 に剃毛処理及び未処理の両条件に参加した被験者 5 名の未処理群と剃毛群における検出量の平均値を比較した結果を示す。Nonanal,2-Nonenal は剃毛群の方が大きく, Decanal は未処理群の方が大きかったが,有意差は認められなかった.このように Fig. 4-34 と同様の傾向が見られた。

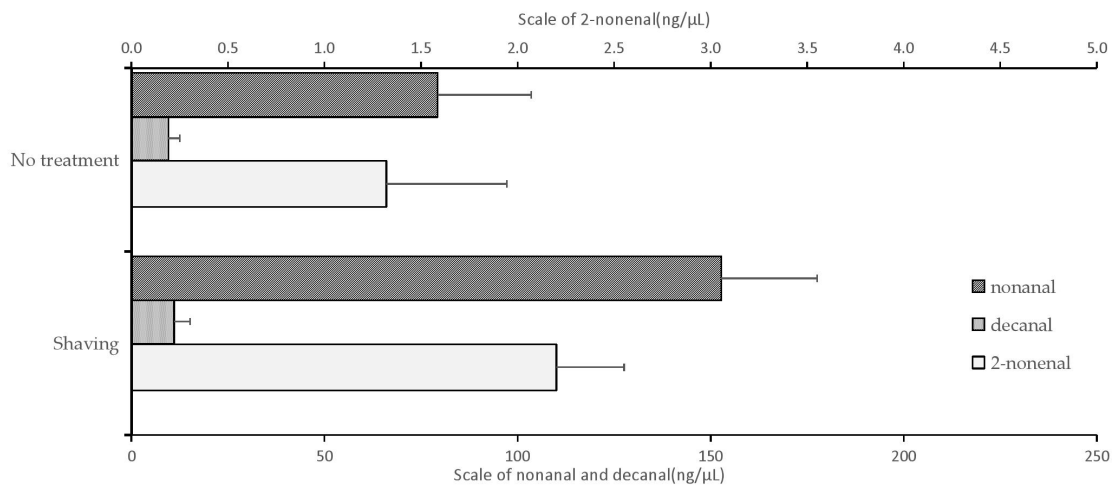


Fig. 4-35 The value of chemical compounds each calculated from quantitative analysis of the nonanal, decanal and 2-nonenal by GC/MS of the five subjects. Mean  $\pm$  SEM.

処理群の被験者 8 名について, Nonanal, Decanal, 2-Nonenal の検出量を Fig.4-36 に示す。未処理群と同様 Nonanal の検出量が多く,次に Decanal, 2-Nonenal となった。臭気成分の組み合わせについて, Nonanal, Decanal, 2-Nonenal の 3 種全てが検出されたのは 4 名で,これは未処理群より 2 名多かった。Nonanal, Decanal の 2 種が検出されたのは 2 名,Decanal,2-Nonenal の 2 種が検出されたのは 1 名,Decanal のみ検出されたのは 1 名であった。検出される組み合わせに一定の傾向は認められなかったのは,未処理群と同様であった。

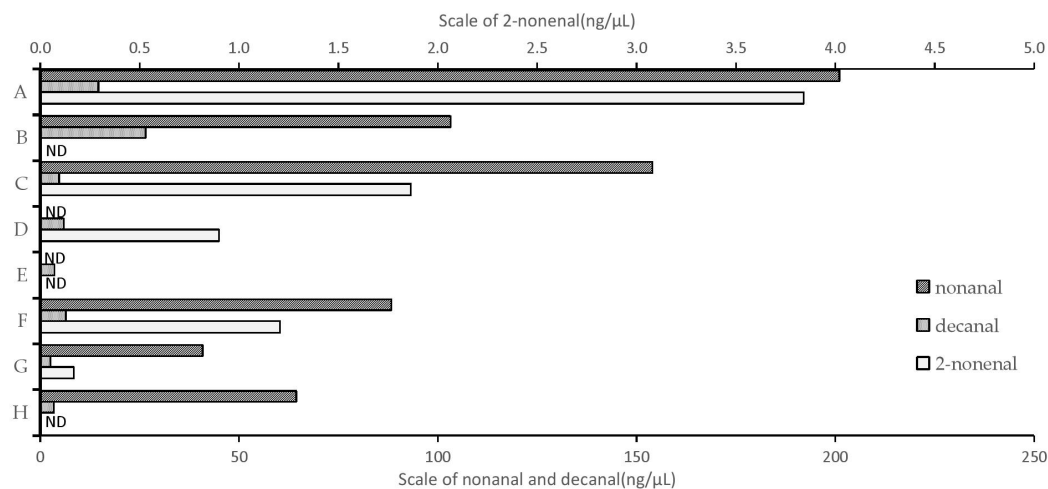


Fig.4-36 Quantitative analysis of nonanal,decanal and 2-nonenal in individual data of subjects by GC/MS: shaving group

#### 4.4 考察

本実験では全 16 被験者において検出率 50%以上を有する臭い成分を対象とした。対象である臭い成分は Nonanal,Decanal,2-Nonenal,Undecanal,Dodecanal,これらに加えて匂い成分ではないが全ての被験者で検出された Squalene の計 6 種類とした。

剃毛群及び体毛未処理群別の臭い成分検出率では対象物質である 8 種中 3 種で両群の検出率に差がなかった。残り 5 種中 4 種では剃毛群の方が検出率が高かった。体毛処理することによって,より多い種類の臭い成分が検出されることを示唆された。

群の平均ピーク面積の比較では,Squalene が剃毛群が未処理群の 51.6%と大幅に減少したことが明らかになった。Squalene はβカロチンと構造的に類似したイソプレノイド匂い成分で,コレステロール合成の中間代謝物である。皮膚表面脂質の主要成分の 1 つと報告され,皮膚中で最も高い濃度でヒトの組織中に偏在的に分布している。また,分子量 410.7 と本

実験の対象物質の中では一番高く、体毛表面及び皮膚表面への付着度が高い。剃刀による体毛処理では体毛表面及び皮膚表面に分布した一部の Squalene が剃り取られ減少したと考えられる。また、Squalene は過酸化の影響をあまり受けず、一重項酸素の消光剤として皮膚内で機能し、紫外線や他の電離放射線源への暴露による脂質の過酸化からヒトの皮膚表面を保護していると知られている<sup>28)</sup>。体毛処理することによって Squalene が減少し、この成分が持つ皮膚表面を保護する機能も発揮しにくくなると考えられ、皮膚トラブルの一因になり得ることが示唆された。

ヒトが臭いを感じ取れる分子量は 30 から 300 程度までの低分子匂い成分である。

Nonanal 142.2 g/mol, Decanal 156.2g/mol, 2-Nonenal 140.2g/mol, Undecanal 170.3g/mol, Dodecanal 184.3g/mol, を対象匂い成分として分析した。その結果、剃毛及び未処理群の両群に属する被験者 5 人の結果では Nonanal, Decanal, 2-Nonenal の 3 種類が剃毛群の方が高く、一方、Undecanal, Dodecanal の 2 種類では体毛未処理群の方が高かった。

Fig.4-39 から剃毛処理することにより、Nonanal の検出量が有意に高くなった ( $p<0.05$ )。一方、2-Nonenal 有意差はないものの、処理群の方が検出量高くなる傾向が示され、Decanal も処理群で検出される人数が増加した。これらの結果は、男性腋窩の体毛を処理することにより、臭気低減効果を亢進することを官能評価により確認した Lanzalaco ら (2016) の報告<sup>29)</sup> と異なっている。この原因として、まず研究対象の性別、人種、身体部位による差などが考えられ、また、分析方法が GC/MS と官能評価と大きく違うことが言える。また、山岸ら<sup>30)</sup>は羊毛繊維が匂い成分 2-Nonenal を吸着すると報告しており、羊毛繊維と人毛はともに蛋白質のケラチンを主成分とした化学的構造をもつため、体毛が 2-Nonenal だけではなく Nonanal を吸着した可能性があると考ええる。したがって、本研究の条件下では、若年女性のショーツ内の匂い成分に対して、剃毛処理が軽減効果を与えることはないと言える。

体臭成分の放散は、皮脂中の不飽和脂肪酸の酸化により Nonanal および 2-Nonenal が産生され、これらの成分が皮膚表面から放散すると考えられている<sup>31)</sup>。剃毛により皮膚表面角質層において損傷を生じ、これによって蒸散の亢進が引き起こされ、結果として匂い成分放散の増大に結びついたものと推察される。

また、加齢臭として報告された 2-Nonenal については Haze ら（2001）が、被験者が 3 日間着用したシャツから切り取った試料（20×30cm）に付着した匂い成分を GC/MS で分析し、その結果 40 歳以上の被験者では 69% で検出され、40 歳未満の被験者からは全く検出されなかったと報告している<sup>12)</sup>。本研究と Haze ら（2001）の研究結果を比較した表を Table 4-3 に示す。本研究では 23～32 歳の被験者 11 名の 56% にあたる 6 名から 2-Nonenal が検出された。先行研究において永井らは 20 歳代の被験者 8 名、30 歳代の被験者 2 名からも 2-Nonenal が検出されることを報告しており<sup>31)</sup>、著者らの結果は加齢臭と言われる 2-Nonenal は若年女性においても検出されることを示している。Haze らの報告と異なる結果となったのは、本研究ではショーツ内の臭気を対象としているためであると考えられる。この部位はアポクリン汗腺が多く分布し、排泄器官及び粘膜の周囲である特殊な部位である。また、臭いの発生と関わりの深い皮膚常在菌叢も Haze らが分析した上半身と相違するためと考えられる。また、Haze ら<sup>12)</sup> は、2-Nonenal はパルミトレイン酸などの不飽和脂肪酸の酸化により産生され、その反応を促すものとして過酸化ヒドロペルオキシドであると考察している。本研究の被験者から 2-Nonenal が検出されたことは皮脂腺や皮膚の常在菌による不飽和脂肪酸の分解だけでなく、対象とした年齢層においても過酸化ヒドロペルオキシドが生体内に存在することが推察される。



Table 4-3 Detection rate of 2-nonenal, W.xixi and Haze (2001) <sup>12)</sup>

Authcor	Detection rate (%)		
	S. Haze,et al.		W.xixi,et al.
	<40 y (n = 9)	≥40 y (n = 13)	<40 y (n = 11)
Chemical Compounds			
Nonanal	89	85	69
Decanal	89	69	75
2-Nonenal	0	69	56

#### 4.5 まとめ

本章では体毛の処理がデリケートエリアの匂い成分に及ぼす影響について検討を行った。健康な 23～32 歳（平均年齢  $26.1 \pm 5.91$  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に実験を行った。デリケートエリアの粘膜上部 5cm の位置に捕臭剤 RGPS®TD (GL Science) を縫い付けたショーツを被験者に装着させ、3 時間サンプリングを行った。その後、ガスクロマトグラフ質量分析装置により、本実験部位から発生する匂い成分の定性分析を行った。検出された成分のうち、ヒトの嗅覚細胞が授受可能な匂い成分である 5 種のアルデヒド系匂い成分に注目し、剃毛群と未処理群の検出率を比較した。また、匂い成分の他に、皮膚のバリア機能に関わる皮表脂質のスクアレンについても、剃毛群・未処理群間の検出率の相違を検討した。

主たる結果は以下の通りである。

- ① 体毛処理することによってより多い種類の臭い成分が検出出来ることを示唆された。
- ② 定性分析による両群の平均ピーク面積では Squalene が体毛処理後 51.6% と大幅に減少したことが明らかになった。Squalene の減少することで皮膚表面を保護する機能も発揮しにくくなる、皮膚トラブルの原因になることを示唆された。
- ③ 本実験ではデリケートエリアにおいては体毛処理による臭い軽減する効果が見られな

かったことが明らかになった。

- ④ 匂い成分として Nonanal, Decanal, 2-Nonenal が検出された。
- ⑤ 中年以上の男性の加齢臭と考えられてきた 2-Nonenal が平均 26.1 歳の女性被験者から 56.3%の確率で検出された。
- ⑥ 2-Nonenal, 定量分析した結果では全被験者 0.51ng～11.53ng
- ⑦ 体毛処理することによる 2-Nonenal 検出率・検出量への影響が見られなかった。

1. 広辞苑 第5版 p.676
2. Buck, L. and Axel, R. (1991) *Cell* 65, 175-187
3. 東原和成;化学と生物;41, 150-156(2003)
4. 嗅覚障害はこんな病気 ; 福岡総合病院 小山 徹也情報 ;  
[https://www.saiseikai.or.jp/medical/disease/olfactory\\_disorder/](https://www.saiseikai.or.jp/medical/disease/olfactory_disorder/)(2020.6.10 参照)
5. Niimura Y, Matsui A, Touhara K (2014) Extreme expansion of the olfactory receptor gene repertoire in African elephants and evolutionary dynamics of orthologous gene groups in 13 placental mammals. *Genome Res* 24: 1485–1496.
6. 川崎通昭、堀内哲嗣郎 : 嗅覚とにおい物質;4~25 (1998)
7. 土師信一郎、合津陽子 : 体臭について—生物学的見地から—、臭気の研究 31,2; 77-85 (2000)
8. Robert I.Ellin, Richard L.Farrand, Fred W.Oberst, Charles L.Crouse, Norman B.Billups, William S.Koon, Nelson P.Musselman, Frederick R.Sidell; An apparatus for the detected and quantitation of volatile human effluents; *Journal of Chromatography A*; 100,1,137-152(1974)
9. Ulrich R. Bernier, Daniel L. Kline, Donald R. Barnard, Carl E. Schreck, and Richard A. Yost; Analysis of Human Skin Emanations by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. 2. Identification of Volatile Compounds That Are Candidate Attractants for the Yellow Fever Mosquito (*Aedes aegypti*); *American Chemical Society*; 72, 4, 747–756(2000)
10. F. KANDA, E. YAGI, M. FUKUDA, K. NAKAJIMA, T. OHTA, O. NAKATA; Elucidation of chemical compounds responsible for foot malodour; *British Journal of Dermatology*; 122,6(1990)

11. Xiao -nong Zeng, James J. Leyden, Henry J. Lawley, Kiyohito Sawano, Isao Nohara & George Preti; Analysis of characteristic odors from human male axillae; Journal of Chemical Ecology; 17, pages1469–1492(1991)
12. S. Haze, Y. Gozu, S. Nakamura, Y. Kohno, K. Sawano, H. Ohta and K. Yamazaki (2001). “2-Nonenal Newly Found in Human Body Odor Tends to Increase with Aging”. Journal of Investigative Dermatology 116 (4): 520–524.
13. 体臭の原因；くすりと健康の情報局；第一三共ヘルスケア情報；(2020.6.10 参照)
14. 清水宏；あたらしい皮膚科学；中山書店；23–31（2018）
15. Jan HavlíčekEmail、Jitka FialováS、 Craig Roberts；Individual Variation in Body Odor；Springer Handbook of Odor；125-126（2017）
16. 日本大百科全書；小学館；第 15 巻；268（1987）
17. においの実態；YKK AP 株式会社情報；  
[http://www.kjknpo.com/html\\_j/bukai/kuki/qa/a8.htm](http://www.kjknpo.com/html_j/bukai/kuki/qa/a8.htm)(2020.6.10 参照)
18. Hiroshi Sato,Hideko Morimatsu,Tamon Kimura,Yasushi Moriyama,Toshiro Yamashita,Yukihiko Nakashima；Analysis of Malodorous Substances of Human Feces；Journal of Health Science、Volume 48 (2002)
19. 日本大百科全書；小学館；第 20 巻；856（1987）
20. おなかのガスってなに？；大幸薬品情報；<http://www.seirogan.co.jp/bf/about/>  
(2020.6.10 参照)
21. 生理（月経）のこと、きちんと知っておきたい！；Unicharm Japan 情報；  
<https://www.sofy.jp/ja/advice/period-changes/11.html>(2020.6.10 参照)
22. Butler SM, Smith NK, Collazo E, Caltabiano L, Herbenick D;Pubic hair preferences, reasons for removal, and associated genital symptoms: comparisons between men and women;Journal of Sexual Medicine 12(1);48-58,(2014)

23. 株式会社ウルクス情報;

[https://xn--ch-2h4arj4a9633fnh5acom/special.php?archive\\_id=49](https://xn--ch-2h4arj4a9633fnh5acom/special.php?archive_id=49)(2020.02.26 参照)

24. 加熱脱離 GCMS システム ; 島津製作所製情報 ;

<https://www.an.shimadzu.co.jp/gcms/tdts2010.htm>(2020.6.1 参照)

25. MonoTrap の上手な使い方 ; ジーエルサイエンスグループ情報 ;

[https://www.gls.co.jp/technique/technique\\_data/P1\\_3\\_1.html](https://www.gls.co.jp/technique/technique_data/P1_3_1.html)(2020.6.1 参照)

26. テフロン®製品 7 ; 株式会社ユニバーサル情報;

<http://www.u-s-l.co.jp/teflon/product07/index.html>(2021.6.18 参照)

27. シリカモノリス捕集剤 MonoTrap ; ジーエルサイエンス株式会社情報;

[https://www.gls.co.jp/brochure/individual\\_catalogues/monotrap.pdf](https://www.gls.co.jp/brochure/individual_catalogues/monotrap.pdf)(2021.6.18 参照)

28. Kelly GS ; Squalene and its potential clinical uses ; Altern Med Rev; 1999 ;4(1):29-36

29. Anthony Lanzalaco, Kristina Vanoosthuyze Cynthia Stark BSc David Swaile, Heather Rocchetta Russell Spruell ; A comparative clinical study of different hair removal procedures and their impact on axillary odor reduction in men: The Journal of Cosmetic Dermatology; Volume15, Issue1, 2016;58-65

30. 山岸理恵子, 米山雄二 ; 各種繊維に対する臭気成分の収着 ; Materials technology ; Vol, 37, No.3, 2019;60-66

31. 瀬谷共美, 永井伸夫, 田村照子 ; 衣服に付着した体臭成分のガスクロマトグラフマスマスペクトルによる分析, 繊維製品消費科学 51(4), 2010; 333-337

## 第 5 章. 衣服內熱水分環境

## 第5章. 衣服内熱水分環境

### 5.1 緒言

衣服は人体表面を覆い,衣服内に外界とは異なった衣服気候を形成している。各種気候条件下で快適に着衣している人の安静時の衣服気候を測定すると,Fig.5-1 に示されるように,衣服最内層の皮膚に接する部分は温度  $32 \pm 1^\circ\text{C}$ ,相対湿度 60%以下の場合に快適と感じられる領域があり,これから離れるほど不快と感じられることが知られている<sup>1~3)</sup>。

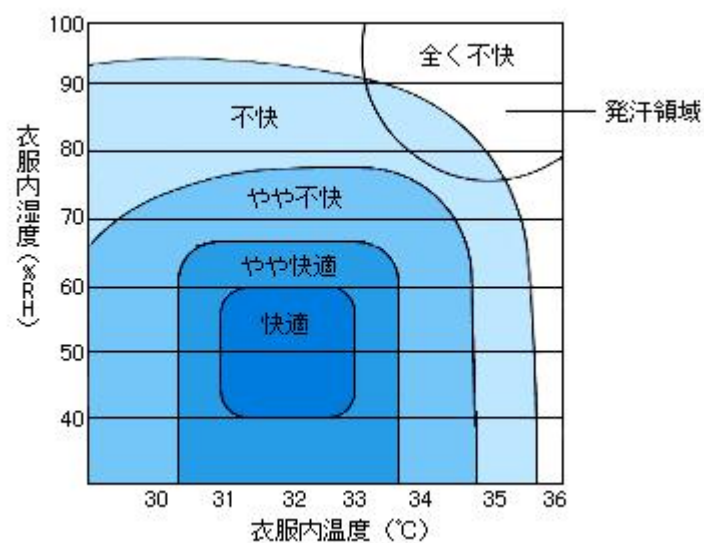


Fig.5-1 Temperature and humidity in comfortable clothes<sup>2)</sup>

温度とは,温冷の度合いを表す指標である。二つの物体の温度の高低は熱的な接触により熱が移動する方向によって定義される。すなわち温度とは熱が自然に移動していく方向を示す指標であるといえる。標準的には,接触により熱が流出する側の温度が高く,熱が流入す

る側の温度が低いように定められる。接触させても熱の移動が起こらない場合は二つの物体の温度が等しいことが知られている。

湿度とは、大気中に存在する水蒸気の量である。絶対湿度は大気の単位質量または単位体積あたりの水蒸気の質量または体積として表される。<sup>4)</sup> 空気が水蒸気の形で包含できる水分量を飽和水蒸気量といい、温度、圧力により規定される。飽和水蒸気量を 100 として、実際の空気中の水分量がその何%に当たるかを百分率で表した数値が相対湿度である。

ここでいう衣服内とは人体と衣服の間にできる微小空間である。衣服内気候とは Fig.5-2 で示したように、衣服内空間の温湿度及び気流条件を指す。衣服内気候は着衣時の快適性と密接に関連していると考えられている。<sup>1,2,5)</sup> 本章ではショーツ内の熱水分環境に注目した。



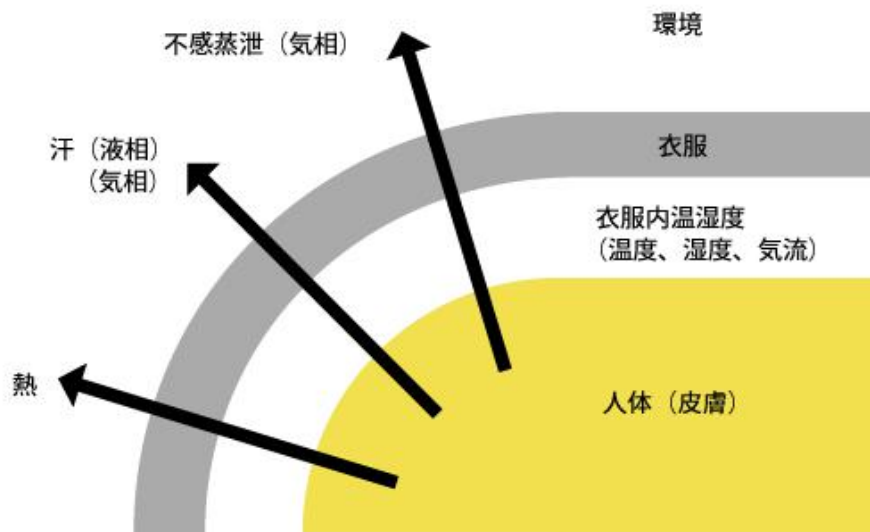


Fig.5-2 The main reasons for the formation of clothing climate<sup>6)</sup>

「第1章 序論」で述べたように,デリケートエリアにムレなどの不快を感じている女性がとても多く,快適な衣服内環境を作るためまずデリケートエリアの不快感を解消すべきと思われる。なお,ムレには,ショーツ内の気候が大きく関わっていると推測される。本章ではショーツ内熱水分環境を調査することによってムレの誘因の解明の一助となると考え,調査を行った。さらに,デリケートエリアの剃毛がショーツ内の熱水分環境,快適な衣服内環境に及ぼす影響について検討した。

## 5.2 実験方法

### 5.2.1 被験者

被験者は健康な 23～32 歳 ( $26.1 \pm 5.91$  歳) の女性 16 名である(一部の被験者は第 3 章, 第 4 章, 第 6 章同様)。試料採取に当たっては月経期を除外した。被験者に対して, 剃毛による体毛処理に同意するかどうかを, 事前の聞き取り調査にて確認した。体毛処理を了承したのは 16 名中 8 名の被験者であった。被験者のうち, あらかじめ体毛を処理していた参

加者が4名、処理しない参加者が8名、体毛処理及び未処理の両方の参加者が4名であった。以下、体毛を処理した被験者群を剃毛群、未処理の被験者群を未処理群と呼ぶ。

この実験の候補者は本学内の大学院の在校生及び卒業生に対して公募した。本実験における被験者の分類基準を以下に述べる。

第1の分類は剃毛群、未処理群両方に属する被験者（体毛処理前後のデータがある）以下の2つの条件を満たした。

- ①陰部の体毛処理を行ったことがない。
- ②実験において自分で剃毛を行うことに同意する。

両群に属する4人の被験者は2回実験を行った。一回目は実験前日に配布した石鹸を使用してシャワーを浴びた後、実験を終えるまで配布したショーツを装着した。二回目は、実験前日に配布した石鹸を付けてから体毛を全部剃り、その後シャワーを浴び一回目同様、実験を終えるまで配布したショーツを装着した。一回目の実験と二回目の実験の間隔は3日から7日の間であった。

第二の分類は体毛を処理しない被験者、つまり未処理群にのみ属する被験者8名である。これらの被験者は陰部の体毛処理を行ったことがなく、実験において自分で剃毛を行うことに同意しなかった。

第三の分類は剃毛群にのみ属する被験者4名であり、陰部の体毛処理を2ヵ月以上半年以内に行っており、実験において自分で剃毛を行うことに同意する場合である。

これらの被験者の体毛処理方法を確認したところ、剃刀による剃刀による剃毛であった。

剃刀による剃毛は2ヵ月以上経つと剃刀による皮膚へ影響がほとんどなくなるとされる。また半年以内であるため、体毛が完全に生え揃っていない可能性がある<sup>4)</sup>。このため未処理群には属さず、剃毛群にのみ属するものとした。

被験者の身体特性およびクロー値を Table.5-1 に示す。

Table. 5-1 Characteristics of subjects

Subject	Age(year)	Height(cm)	Body weight(kg)	Hair		Clounit (Olesen B.W,1987)
				shaving	No shaving	
A	24	160	51	○	○	1.02
B	29	160	60	○	○	1.09
C	27	162	49	○	○	1.36
D	24	163	44	×	○	1.04
E	32	154	50	○	×	1.26
F	23	158	44	○	×	1.26
G	32	155	45	×	○	1.04
H	23	162	52	○	○	1.02
Y	23	165	49	○	×	1.42
I	28	161	45	○	×	1.24
K	22	158	57	×	○	1.26
L	27	157	52	×	○	1.24
M	32	157	47	×	○	1.04
N	24	155	65	×	○	1.24
O	24	158	52	×	○	1.24
P	24	157	43	×	○	1.42

### 5.2.2 実験手順

被験者には配布した石鹸のみを使用して実験前日にシャワーを浴び、シャワー後に薬品や化粧品類を一切使わないよう伝えた。また、剃毛群は配布した剃刀を使用してショーツ内の体毛を全て除去するよう伝えた。

実験前後の被験者へのヒアリングにより、陰部及び周辺において全被験者が化粧品や薬品類を使用した経験がなかったことを確認した。

実験当日は文化学園大学 実験室にて Fig.5-3 に示したように 10 : 00 から 13 : 00 の 3 時間, 匂い成分を捕集し, 採取中提供した綿 100% のショーツ以外は本人の衣服を着用し, 実験室内で椅座位安静あるいは自由に行動させた。

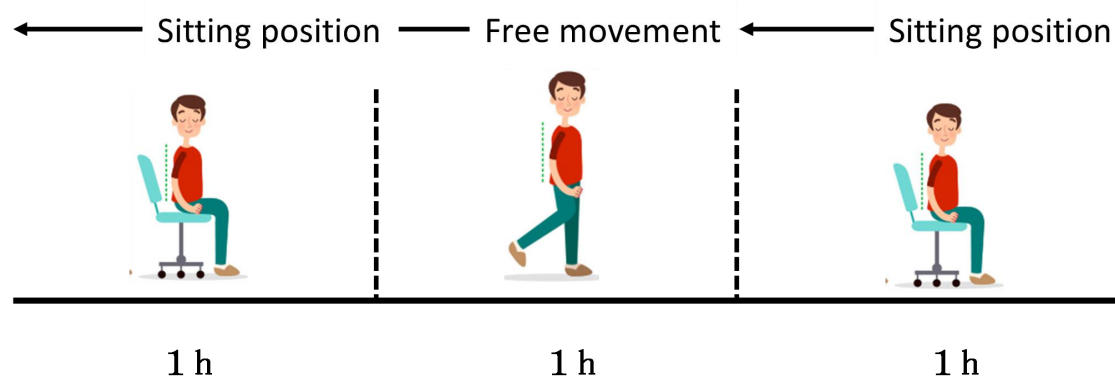


Fig.5-3 Experimental timeline

Fig. 3-4 に本体綿 100%, ウエスト部分ナイロン 89%, ポリウレタン 11% (無印良品製) のショーツ, Fig. 3-4 に剃毛に使用した女性用剃刀 (T 型女性用かみそり (無印良品製)), Fig. 3-5 にシャワーで使用した石鹸 (着色料・香料・防腐剤・品質安定剤・アルコール無添加 皮膚アレルギーテスト済み (牛乳石鹸 無添加せっけん, 牛乳石鹸共進社)) を示す。

### 5.2.3 データ収集方法

Fig. 5-4 に温湿度センサーを包む透湿防水布 (表: ポリエステル 裏: 透湿ポリウレタンフィルム), Fig. 5-5 に超小型温湿度ロガー TSDL-HT3 (センサー部の長さ 8mm, 幅 5mm) (株式会社テクノサイエンス社製) を示す。肌着内部における熱水分特性 (温度, 相対湿度) 測定は温湿度データロガーを用いて実施した。センサーを透湿防水布で包み

(Fig.5-6) ,Fig.5-7 に示すように粘膜上部から 5 cm位置のショーツ内側に縫いつけた。被験者にこのショーツを所定時間着用させ,ショーツ内の温度および相対湿度を記録した。測定間隔は 1 秒とした。



Fig. 5-4 Moisture permeable waterproof cloth<sup>7)</sup>



Fig. 5-5 Electronic temperature hygrometer TSDL-HT3<sup>8)</sup>



Fig. 5-6 A sensor wrapped in a moisture permeable waterproof cloth

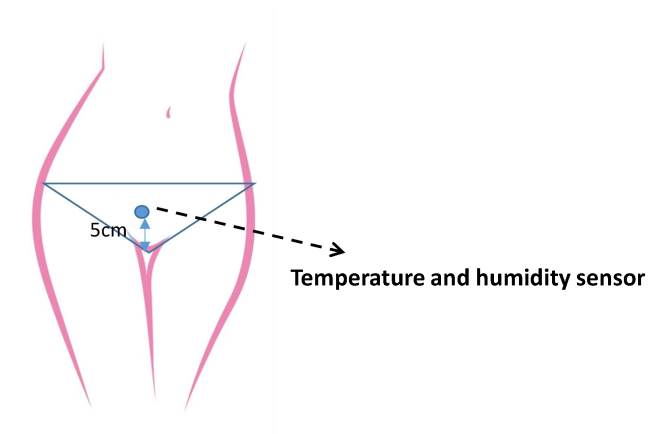


Fig. 5-7 Measuring position

#### 5.2.4 実験期間

2017 年 12 月～2019 年 3 月に実施した。実験室の温湿度条件は、環境温度が  $18^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$  (Mean $\pm$ SD,  $19.7\pm 1.0$ ) ,環境相対湿度が 26%～38% (Mean $\pm$ SD,  $32\pm 4$ ) であった。

#### 5.2.5 統計的解析

衣服内温度及び相対湿度に関して、自由行動時及び座位時において、剃毛群、未処理群の間

で welchi's t テストを行った。また、両群に属する同一被験者に関しては、姿勢（安静座位、自由行動）と剃毛の有無の二要因で二元配置分散分析を実施した。いずれも危険率 5%未満（ $P<0.05$ ）の場合に有意性があると判定した。

## 5.3 結果

### 5.3.1 剃毛群/未処理群別ショーツ内温度

Fig. 5-8 に全被験者のショーツ内温度を測定した結果を, Fig. 5-9, Fig. 5-10, Fig. 5-11 に I 座位, II 自由行動, III 自由行動後座位における剃毛群, 未処理群の比較結果を示す。座位条件と自由行動条件で比較すると座位条件の値の方が高かった。また、剃毛群は未処理群と比較して、自由行動条件下における値のバラつきが大きく見受けられた。

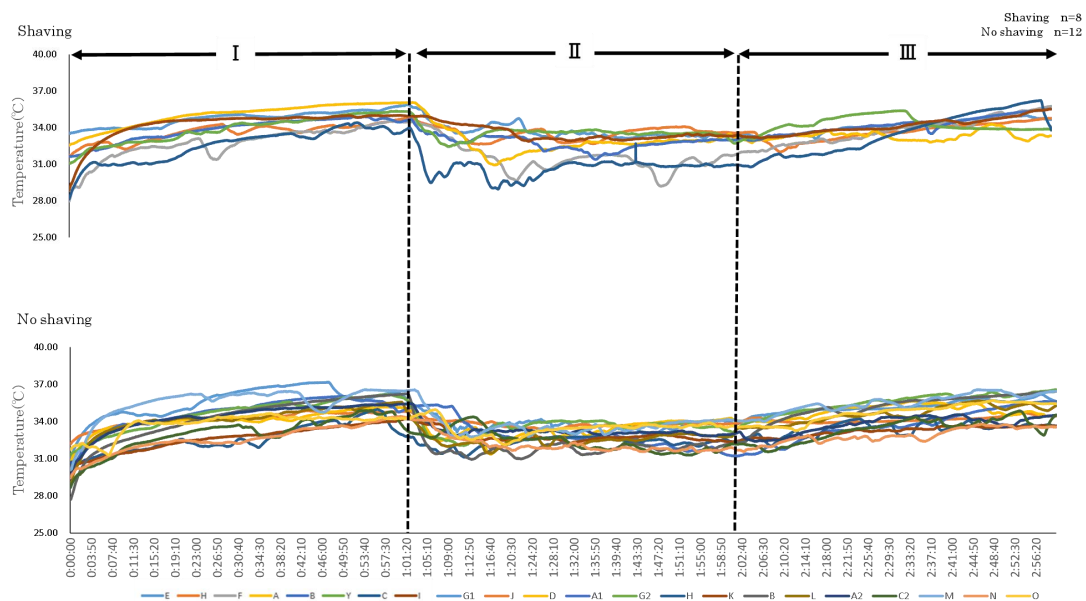


Fig. 5-8 Temperature inside shorts; (I) (III) Sitting position, (II) Free movement;  
A~O: subjects.

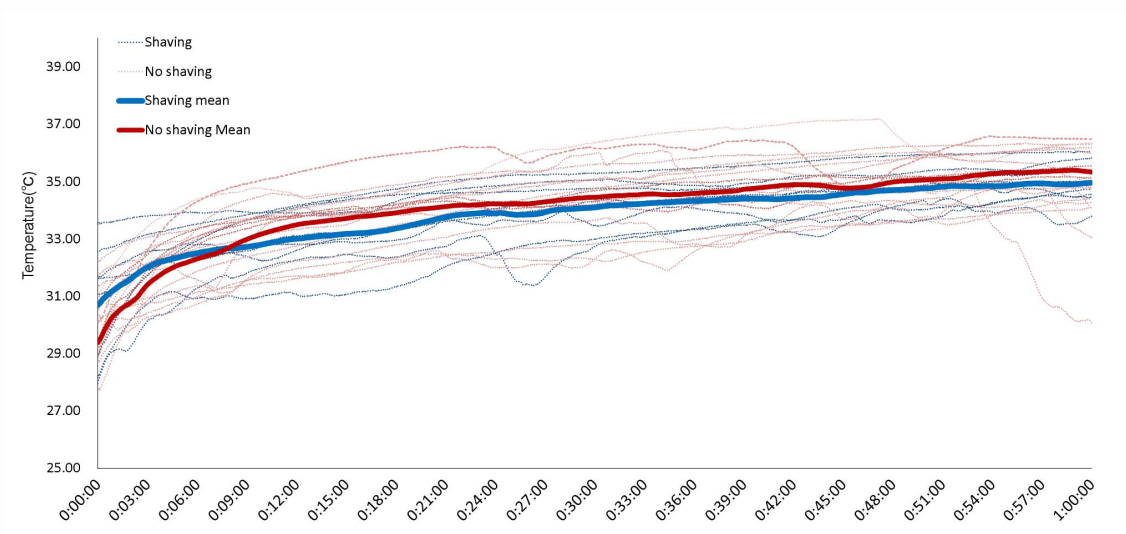


Fig. 5-9 ( I ) Sitting position ; Temperature inside shorts.

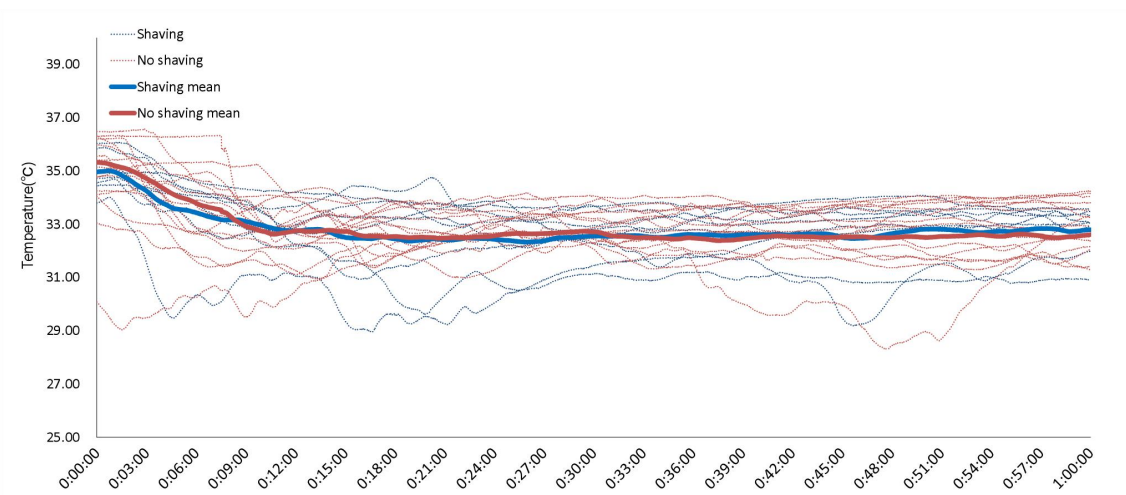


Fig. 5-10 ( II ) Free movement ; Temperature inside shorts.



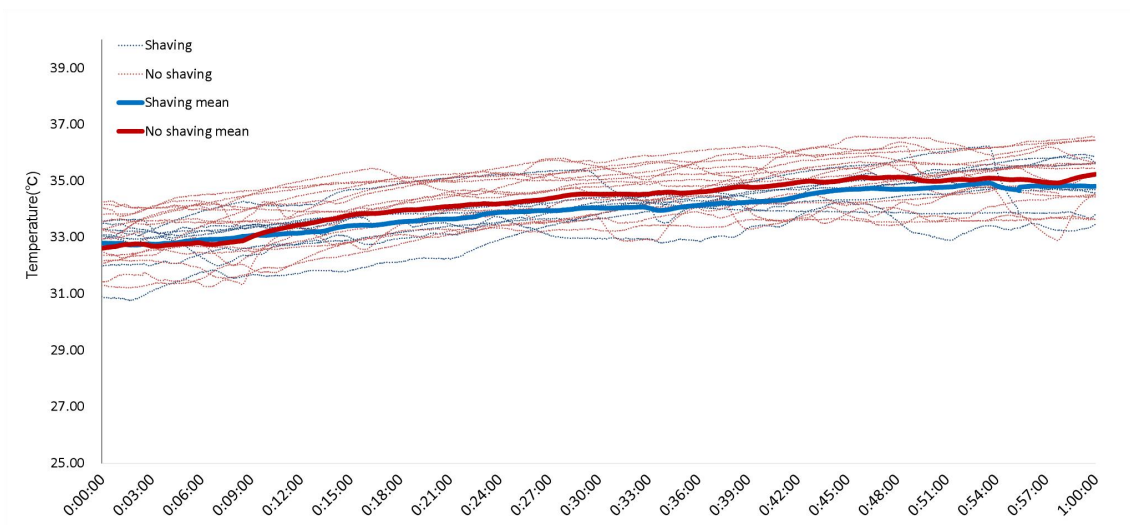


Fig. 5-11 (Ⅲ) Sitting position ; Temperature inside shorts.

剃毛群の各被験者について、座位条件で温度が安定した後、30:00～40:00の10分間及び2:40:00～2:50:00の10分間の合計20分間のショーツ内平均温度を算出した。その結果をFig. 5-12に示す。全被験者で、34.06℃～34.86℃でその差は0.8℃の範囲に収まっており、個人差が小さかった。

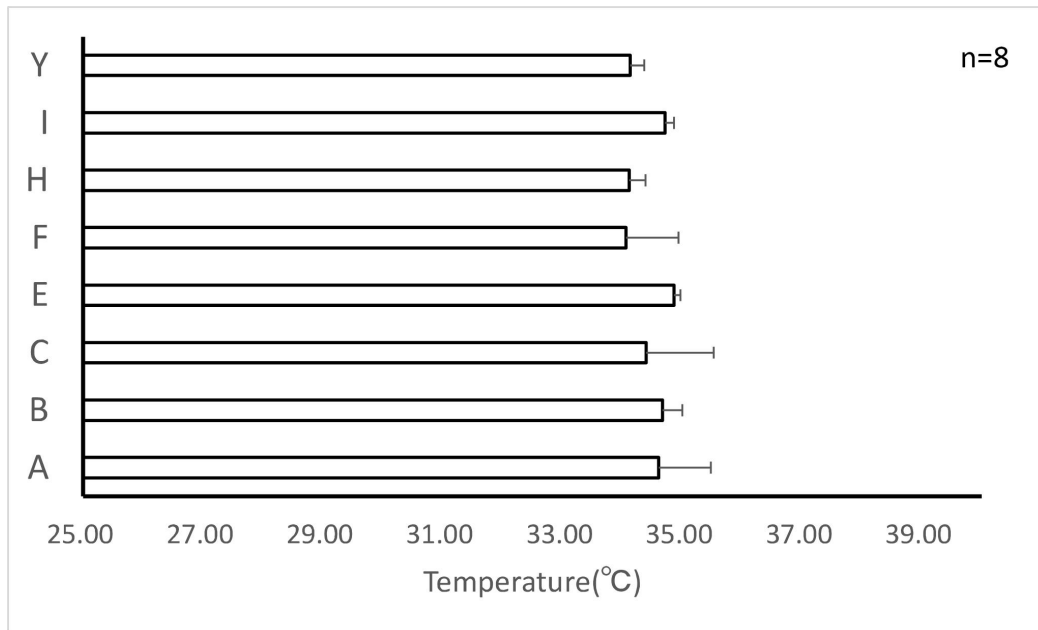


Fig. 5-12 Average temperature in underwear of Hair shaving group within 20 minutes in Sitting position; Mean  $\pm$  SD; A~Y:subjects.

続いて未処理群の各被験者について、座位条件で温度が安定した後、30:00~40:00の10分間及び2:40:00~2:50:00の10分間、合計20分間のショーツ内平均温度を算出した。その結果を Fig. 5-13 に示す。全被験者で 33.1°C~36.31°Cの間に分布しており、その差は 3.21°Cで、剃毛群の 0.8°Cと比較すると、個人差が大きいことが分かった。未処理群では、デリケートエリアの体毛の密度・長さ・太さなどの個人差がショーツ内の温度に影響を与えていると考えられる。

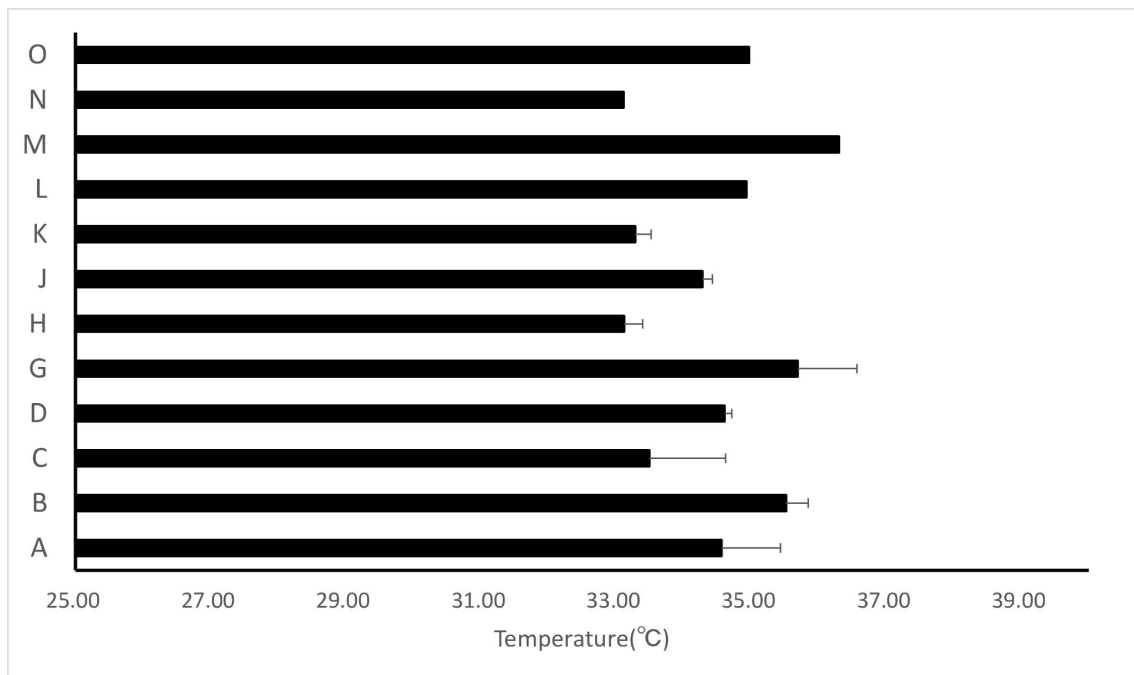


Fig. 5-13 Average temperature in underwear of No shaving group within 20 minutes in Sitting position; Mean  $\pm$  SD; A~O: subjects.

座位条件と同様に,自由行動条件下におけるショーツ内温度について解析した。

剃毛群の各被験者について,自由行動条件下で温度が安定した後,1:20:00~1:30:00 の 10 分間における平均を算出した。その結果を Fig. 5-14 に示す。全被験者の温度は 30.28°C~33.67°Cに分布し,その差は 3.39°Cであり,座位条件の剃毛群 0.80°Cと比較し個人差が大きいことが見受けられた。

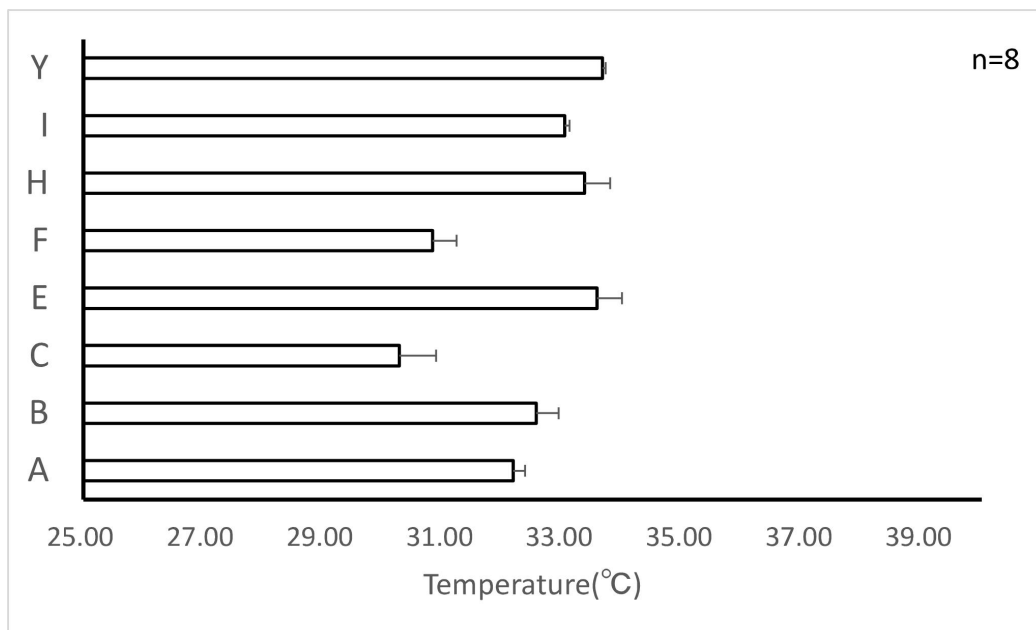


Fig. 5-14 Average temperature in underwear of Hair shaving group within 10 minutes in Free movement; Mean  $\pm$  SD; A~Y:subjects.

未処理群の各被験者について,自由行動条件下で温度が安定した後,1:20:00~1:30:00 の10 分間における平均を算出した。その結果を Fig. 5-15 に示す。全被験者で 31.65°C ~ 33.80°C に分布し,その差は 2.15°C であり,未処理群,座位条件の 3.21°C よりも,また,剃毛群,自由行動条件の 3.39°C よりも小さかった。つまり皮膚温の範囲は未処理群,自由行動条件の際に最も小さかった。

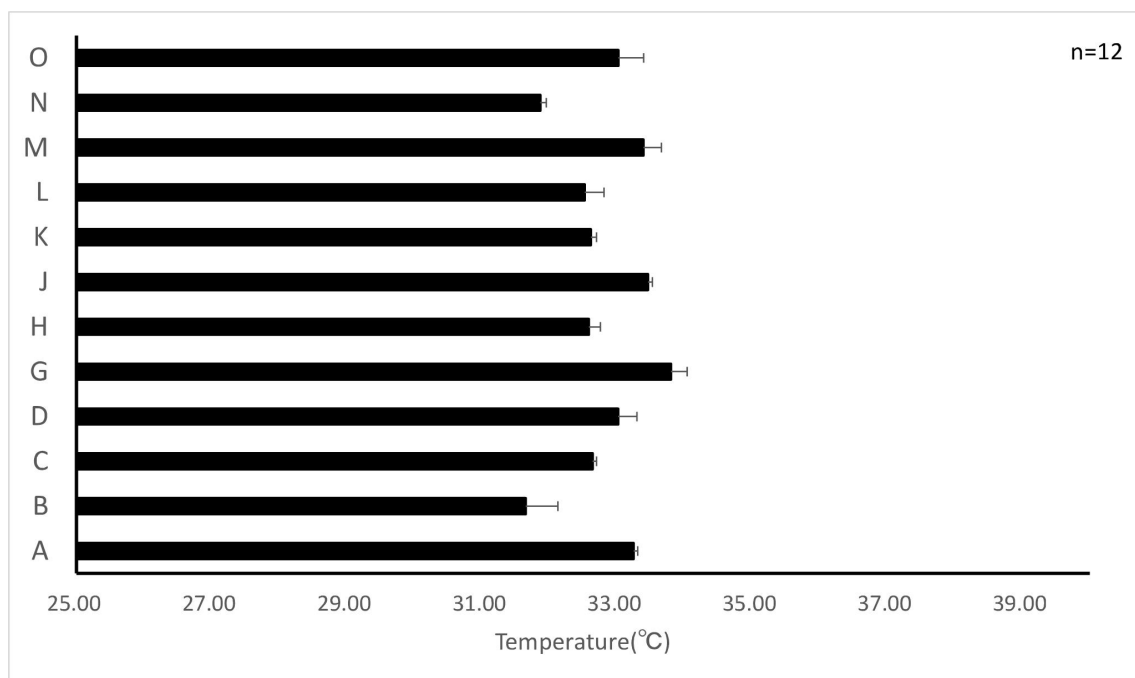


Fig. 5-15 Average temperature in underwear of No shaving group within 10 minutes in Free movement; Mean  $\pm$  SD; A~O:subjects.

座位及び自由行動条件下における剃毛群および未処理群のショーツ内温度の平均値を Fig. 5-16 に示す。まず、座位条件下では剃毛群は  $34.44 \pm 0.29^{\circ}\text{C}$  (Mean  $\pm$  SD), 未処理群は  $34.54 \pm 1.06^{\circ}\text{C}$  (Mean  $\pm$  SD) であった。両群の標準偏差を比較すると剃毛群は 0.29, 未処理群は 1.06 となり, 未処理群は剃毛群と比較して個人差が大きい傾向が観察された。自由行動条件下では剃毛群は  $32.44 \pm 1.27^{\circ}\text{C}$  (Mean  $\pm$  SD), 未処理群は平均  $32.82 \pm 0.40^{\circ}\text{C}$  (Mean  $\pm$  SD) であった。両群の標準偏差を比較すると, 剃毛群が 1.27, 未処理群は 0.40 $^{\circ}\text{C}$  となり座位条件下の結果とは逆に剃毛群の方が大きくなった。剃毛群および未処理群のショーツ内温度の平均値を座位と自由行動条件で比較すると、両群とも座位条件の値の方が高かった。また, 剃毛群は未処理群と比較して, 自由行動条件下における個人差が大きい傾向が観察された。いずれの項目においても統計的な有意差は認められなかった。

なお,実験時の環境温度は 18℃～21℃,ショーツ内温度は 30.28℃～33.80℃であり,環境温度とショーツ内温度の差は 12.28℃～12.80℃であった。

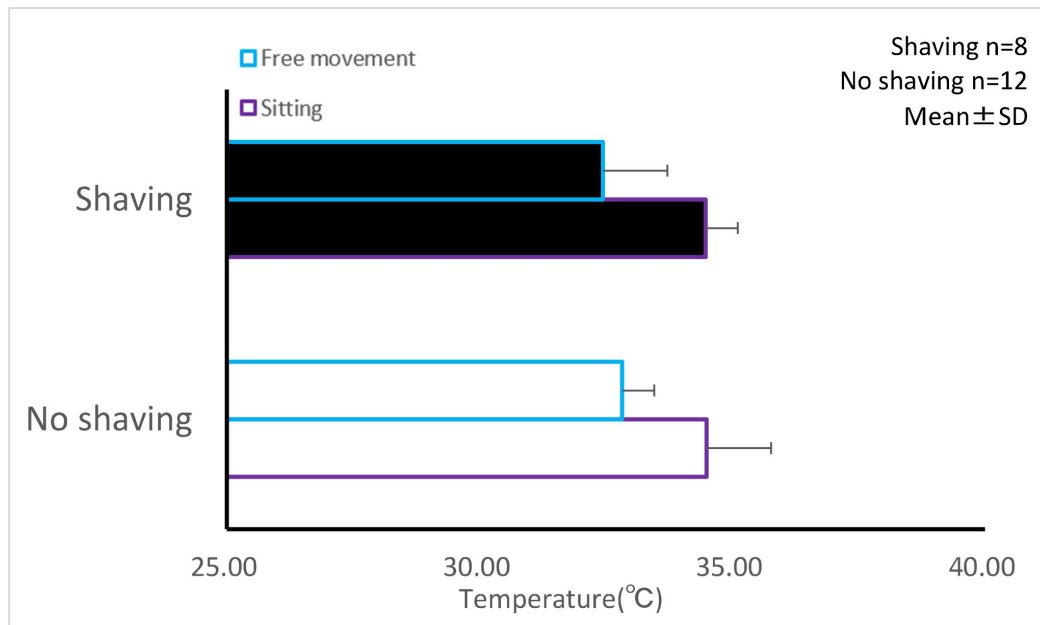


Fig. 5-16 Average temperature in underwear of Hair shaving group and No shaving group in Sitting position and Free movement; Mean  $\pm$  SD.

### 5.3.2 剃毛群/未処理群別相対湿度

Fig. 5-17 に全被験者のショーツ内相対湿度を測定した結果を, Fig. 5-18, Fig. 5-19, Fig. 5-20 に I 座位, II 自由行動, III 自由行動後座位における剃毛群, 未処理群の比較結果を示す。

座位条件と自由行動条件で比較すると座位条件の値の方が高かった。また,剃毛群は未処理群と比較して,座位条件下における値のバラつきが大きく見受けられた。

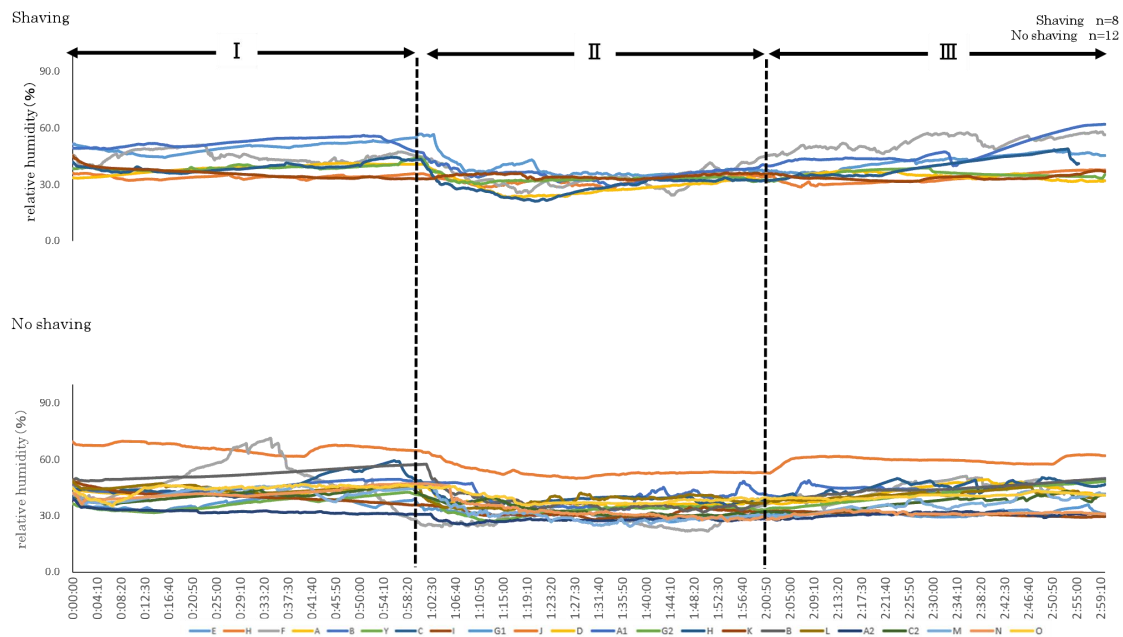


Fig. 5-17 Relative humidity inside shorts; ( I ) ( III ) Sitting position, ( II ) Free movement; A~O: subjects.

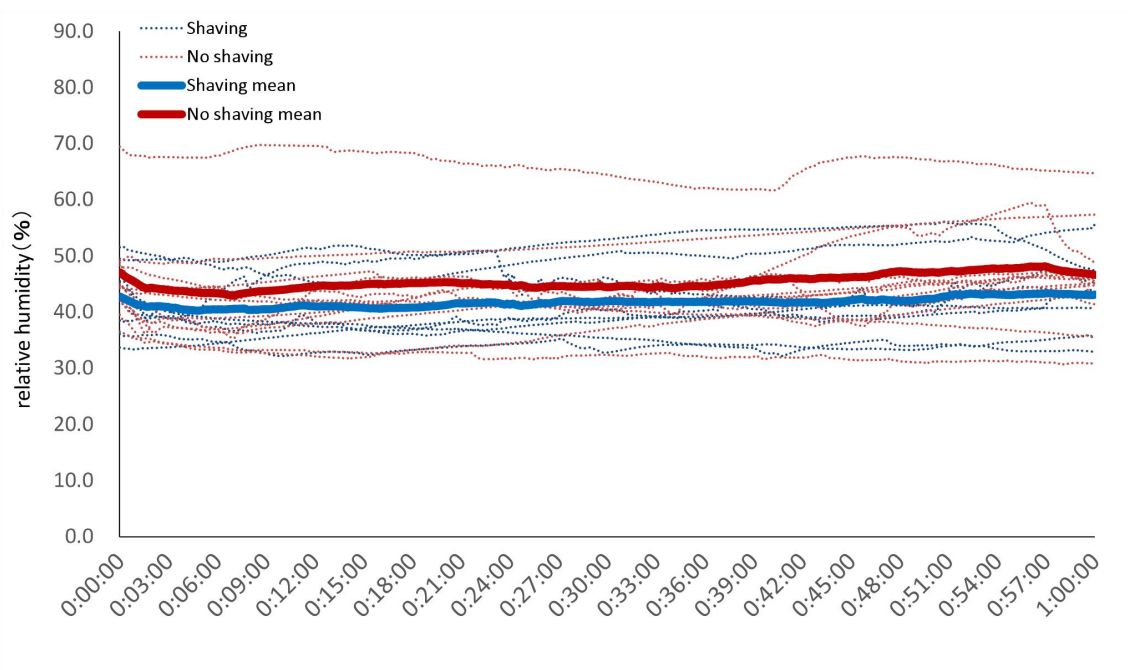


Fig. 5-18 ( I ) Sitting position ; Relative humidity inside shorts.

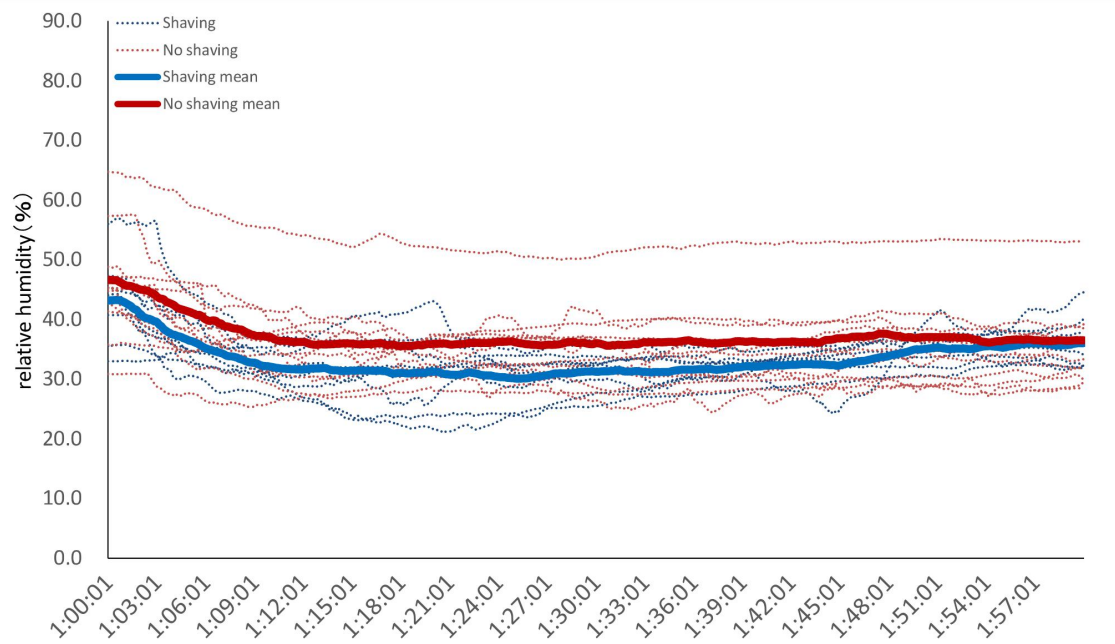


Fig. 5-19 (II) Free movement ; Relative humidity inside shorts.

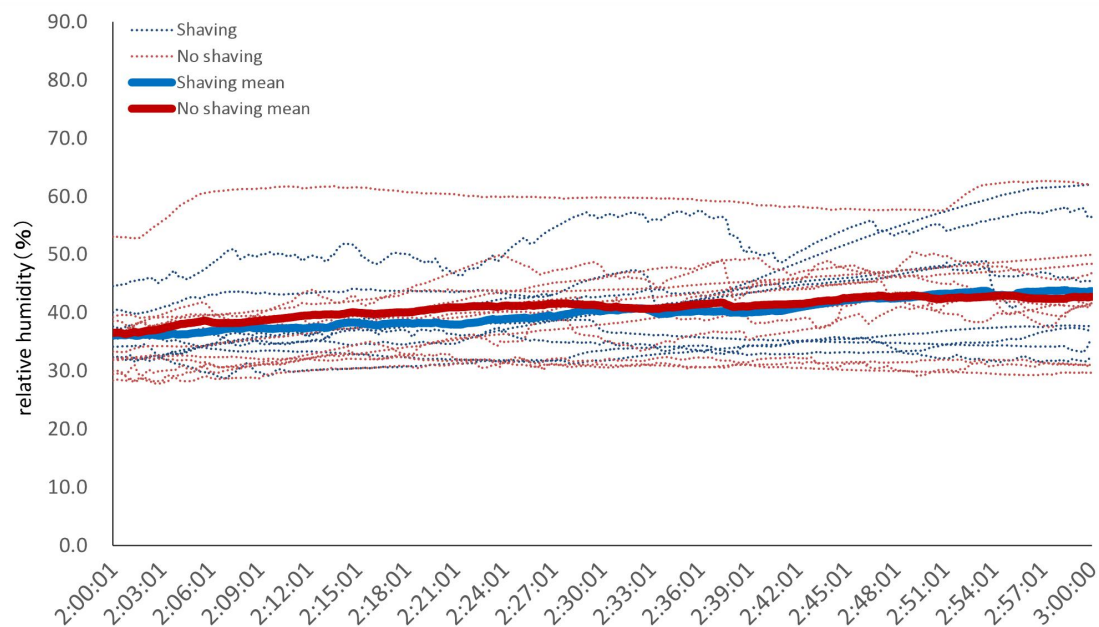


Fig. 5-20 (III) Sitting position ; Relative humidity inside shorts.

剃毛群の各被験者について、座位条件下で湿度が安定した後、30:00～40:00の10分間及



び 2:40:00～2:50:00 の 10 分間,合計 20 分間のショーツ内平均相対湿度を算出した。その結果を Fig. 5-21 に示す。全被験者では 33.8%～52.9%の範囲に分布し,その差は 19.1%であった。

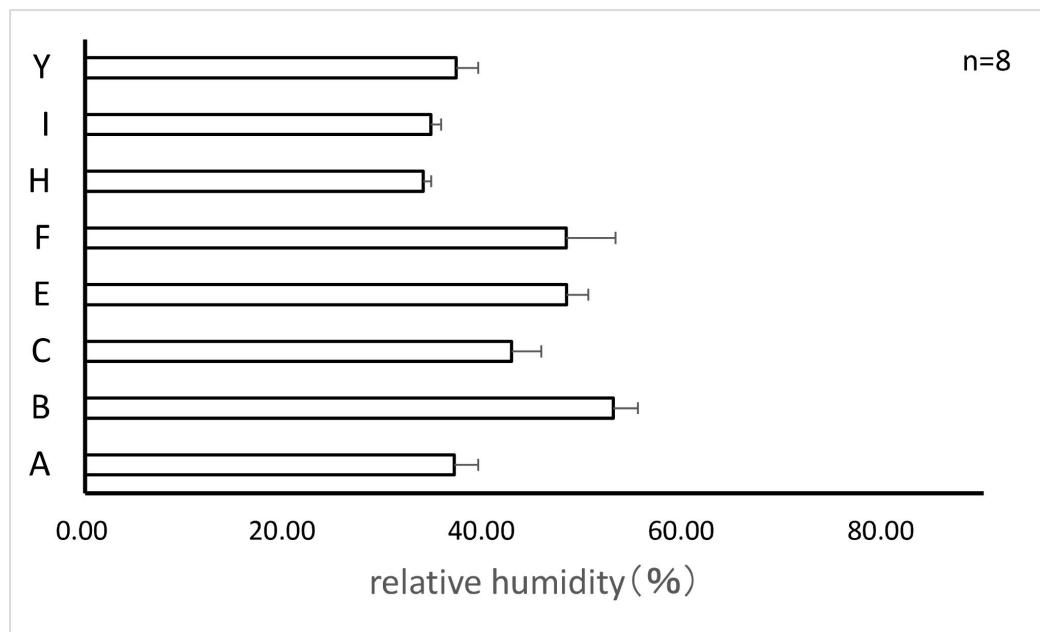


Fig. 5-21 Average Relative humidity in underwear of Hair shaving group within 20 minutes in Sitting position; Mean  $\pm$  SD; A~Y:subjects.

剃毛群の各被験者について,座位条件下で湿度が安定した後,30:00～40:00 の 10 分間及び 2:40:00～2:50:00 の 10 分間,合計 20 分間のショーツ内平均相対湿度を算出した。その結果を Fig. 5-22 に示す。全被験者では 35.0%～60.3%の範囲に分布し,その差は 25.3%であり,剃毛群の 19.1%より個人差が大きいことが分かった。

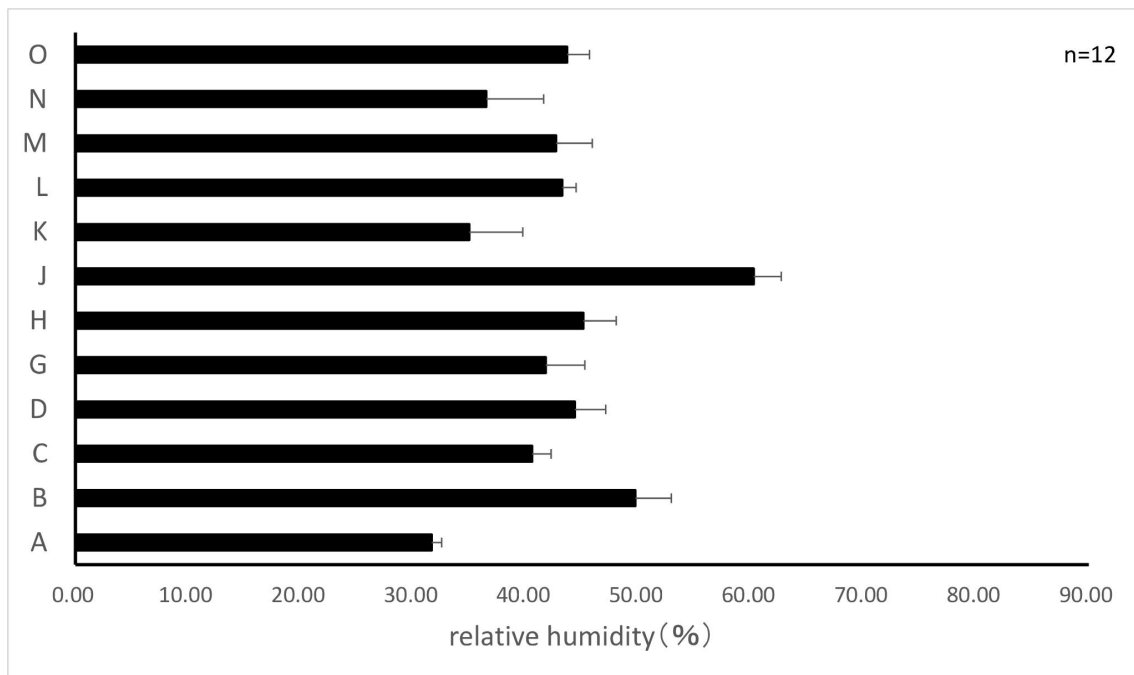


Fig. 5-22 Average Relative humidity in underwear of No shaving group within 20 minutes in Sitting position; Mean  $\pm$  SD; A~O:subjects.

座位条件と同様に,自由行動条件下におけるショーツ内相対湿度について解析した。

剃毛群の各被験者について,自由行動条件下で温度が安定した後,1:20:00~1:30:00 の 10 分間ショーツ内の平均温度を算出した。その結果を Fig. 5-23 に示す。全被験者で 24.0%~36.4%であった。

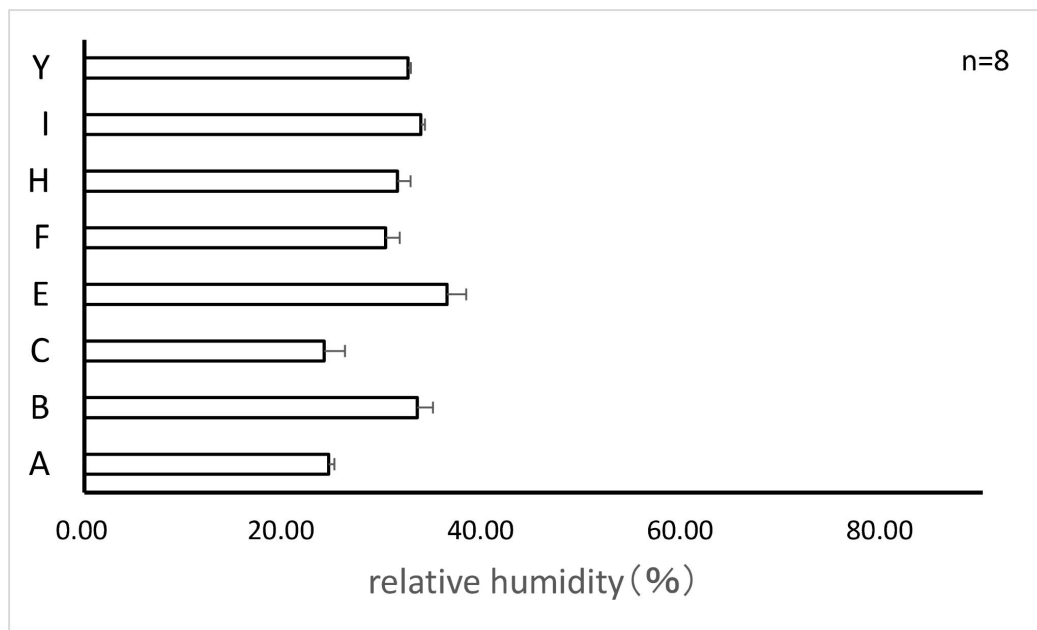


Fig. 5-23 Average Relative humidity in underwear of Hair shaving group within 20 minutes in Free movement; Mean  $\pm$  SD; A~Y:subjects.

未処理群の各被験者について、自由行動条件下で温度が安定した後、1:20:00~1:30:00 の10 分間シャツ内の平均温度を算出した。その結果を Fig. 5-24 に示す。全被験者で 28.8% ~50.9%であった。

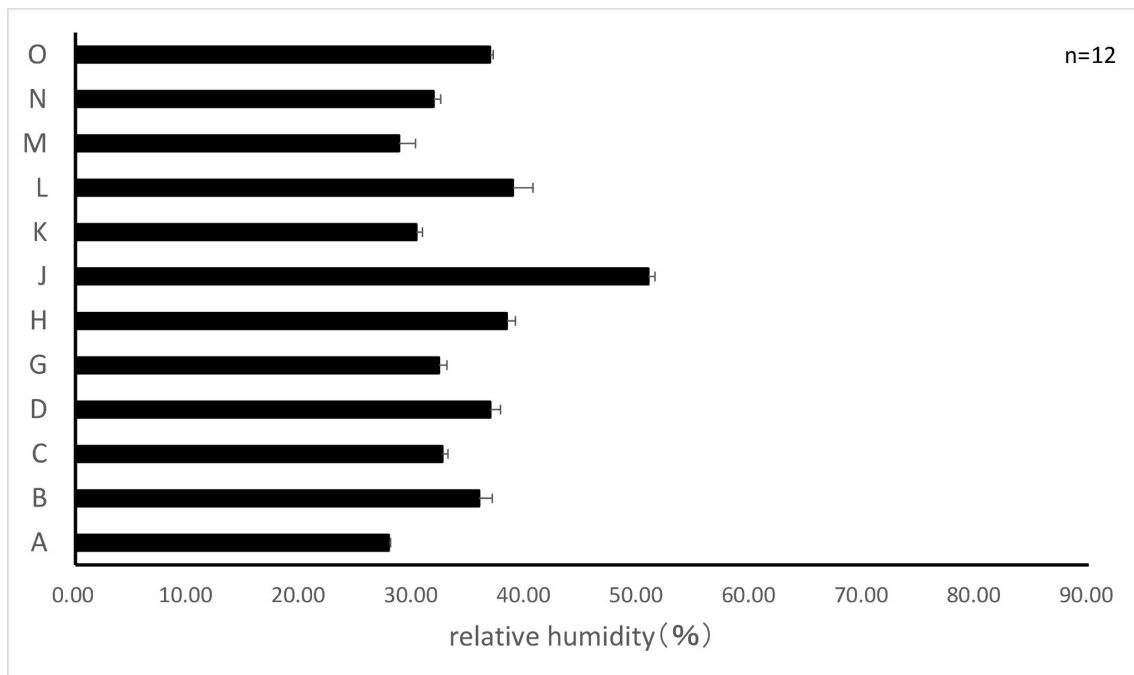


Fig. 5-24 Average Relative humidity in underwear of No shaving group within 20 minutes in Free movement; Mean  $\pm$  SD; A~O:subjects.

座位及び自由行動条件下における剃毛群および未処理群のショーツ内相対湿度の平均値を Fig. 5-25 に示す。まず、座位条件下における剃毛群および未処理群のショーツ内相対湿度の平均値を Fig. 5-28 に示す。剃毛群は  $41.8 \pm 27.2\%$  (Mean  $\pm$  SD), 未処理群は  $44.1 \pm 7.3\%$  (Mean  $\pm$  SD) であった。自由行動条件下では剃毛群は  $30.7 \pm 4.4\%$  (Mean  $\pm$  SD), 未処理群は平均  $35.7 \pm 6.2\%$  (Mean  $\pm$  SD) であった。剃毛により, ショーツ内相対湿度が 5% 有意に低下したことが分かった。なお, 実験時の環境相対湿度は 26%~38%, ショーツ内相対湿度は 24.0%~50.9% であり, 環境相対湿度とショーツ内相対湿度の差は 2.0%~12.9% であった。剃毛群および未処理群のショーツ内相対湿度の平均値が座位と自由行動条件で比較すると, 両群とも座位条件と自由行動条件で比較すると座位条件の値の方が高かった。また, 剃毛群は未処理群と比較して, 自由行動条件下における個人差が大きかったことが分かった。

なお,実験時の環境温度は 18℃～21℃,ショーツ内温度は 30.28℃～33.80℃であり,環境温度とショーツ内温度の差は 12.28℃～12.80℃であった。

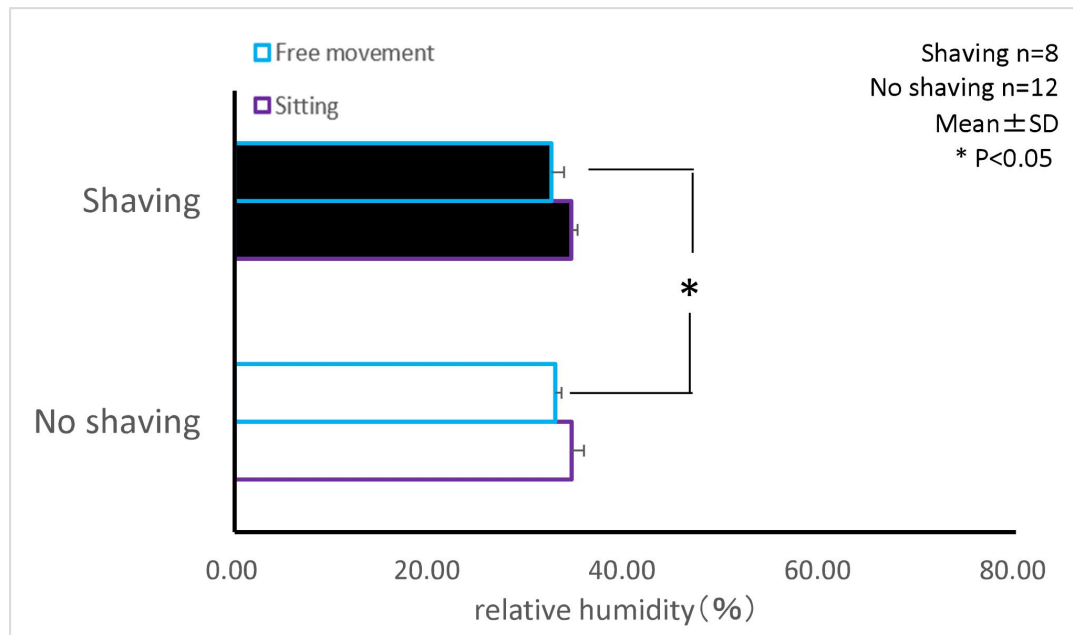


Fig. 5-25 Average Relative humidity in underwear of No shaving group and Hair shaving group in Sitting position and Free movement; Mean ± SD. Welch's t-test No shaving group and Hair shaving group in Free movement  $p = 0.041^*$  ( $*p < 0.05$ )

### 5.3.3 両群に属する同一被験者結果

「第 1 章 序論」の「1.2.2 デリケートエリアの体毛」で述べたように,陰毛の分布部位及び占有面積に個人差があることが分かった。姿勢（安静座位,自由行動）と剃毛の有無の影響を検討するために,剃毛群,未処理群両方に属する被験者の結果について検討することとした。

Fig. 5-26 に剃毛群,未処理群両方に属する被験者（n=4）の座位及び自由行動条件下にお

ける剃毛群・未処理群のショーツ内温度の平均値を示す。これらの値について二元配置の分散分析を行った結果を Table. 5-2 に示す。いずれの項目においても有意差が認められなかった。

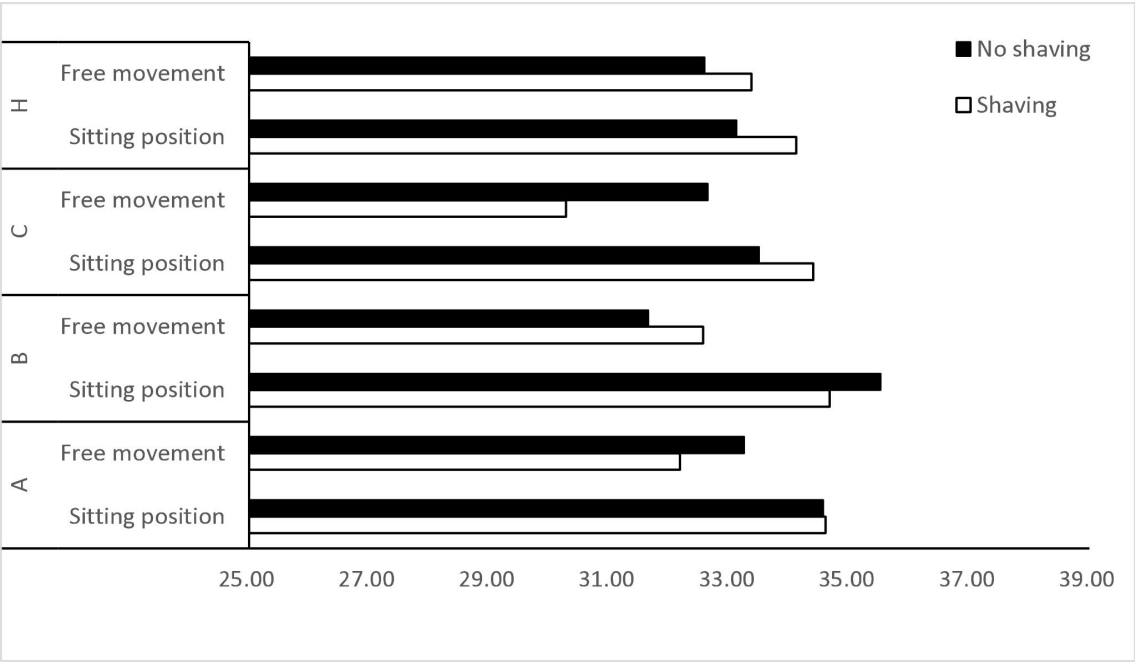


Fig. 5-26 Average temperature in underwear of No shaving group and Hair shaving group in Sitting position and Free movement.

Table. 5-2 The result of the two-way layout with replication.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	2.27	3	0.76	0.27	0.85	4.07
Columns	0.03	1	0.03	0.01	0.93	5.32
Interaction	1.56	3	0.52	0.18	0.90	4.07
Within	22.77	8	2.85			
Total	26.63	15				

Fig. 5-27 に両群に属する同一被験者 (n=4) の座位及び自由行動条件下における剃毛群・未処理群のショーツ内相対湿度の平均値を示す。これらの値を二元配置の分散分析を分析

した結果を Table. 5-3 に示す。いずれの項目においても有意差が認められなかった。一方、全被験者の結果(Fig. 5-19)同様 t-test では自由行動条件下における剃毛群および未処理群のショーツ内相対湿度の平均値が有意に低下したことが分かった。

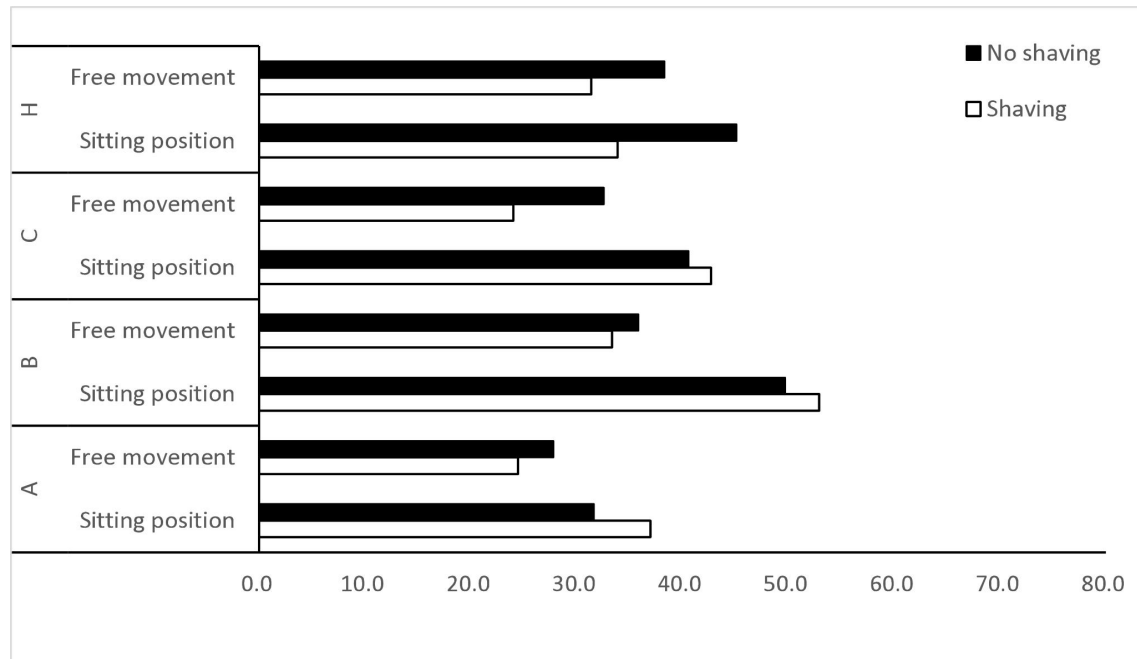


Fig. 5-27 Average Relative humidity in underwear of No shaving group and Hair shaving group in Sitting position and Free movement; Welch's t-test, Sitting position  $p = 0.973$ , Free movement  $p = 0.0343^*$ .

Table. 5-3 The result of the two-way layout with replication.

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	335.11	3	111.70	1.48	0.29	4.07
Columns	29.97	1	29.97	0.40	0.55	5.32
Interaction	63.86	3	21.29	0.28	0.84	4.07
Within	605.42	8	75.68			
Total	1034.37	15				

## 5.4 考察

ショーツ内温度・相対湿度共に,座位条件下の方が自由行動条件下よりも高い値を示した。また,自由行動条件下でのショーツ内温度および相対湿度の結果においては,標準偏差の値を比較すると,剃毛群は未処理群より個人差が大きく現れていた。各測定結果を Table. 5-4 に示す。

Table. 5-4 Sitting position and Free movement Temperature・Relative humidity.

	sitting position		Free movement		Environmental
	Shaving	No shaving	Shaving	No shaving	
Temperature(°C)	34.06~34.86(34.44±0.29)	33.13~36.31(34.54±1.06)	30.28~33.67(32.44±1.27)	31.65~33.80(32.82±0.40)	18~21(19.7±1.0)
relative humidity (%)	33.8~52.9(41.8±27.2)	35.0~60.3(44.1±7.3)	24.0~36.4(30.7±4.4)	28.8~50.9(35.7±6.2)	26~38(32±4)

被験者のショーツ内温度は,座位条件下における剃毛群では 34.06°C~34.86°C (Mean±SD, 34.44±0.29°C), 未処理群では 33.13°C~36.31°C (Mean±SD, 34.54±1.06°C) の間に分布していた。また,自由行動条件下における剃毛群では 30.28°C~33.6°C (Mean±SD, 32.44±1.27°C), 剃毛群では 31.65°C~33.80°C (Mean±SD, 32.77±0.4°C) であった。ショーツ内温度においては,剃毛群と未処理群との間に統計的な差は認められなかった。しかし平均値を比較すると,座位条件下では剃毛群は 34.44°C, 未処理群はそれよりも 0.10°C 高い 34.54°C であった。また,自由行動条件下では剃毛群は 32.44°C, 未処理群はそれよりも 0.33°C 高い 32.77°C と,両条件ともに未処理群の方が僅かに高く,剃毛によりショーツ内温度が低下する傾向が認められた。それは剃毛することによって体毛が持つ保温機能が失われたことによるものと考えられる。

座位条件下のショーツ内温度では未処理群 33.10°C~36.31°C (Mean±SD, 34.54±0.29°C) で差が 3.21°C, 剃毛群 34.06°C~34.86°C (Mean±SD, 34.44±1.06°C) で差が 0.8°C であった。最大最小値の差より,未処理群の方が剃毛群よりも個人差が大きかった。この理



由は座位では身体とショーツが密着しており,ショーツ内の空間が圧縮され,気流の影響を受けにくくなった。剃毛群では体毛の影響を受けにくくショーツ内温度の個人差が小さかった。未処理群では体毛の密度,長さ,太さなどの影響を受けるため個人差が大きかったと考えられる。

自由行動条件下のショーツ内温度では未処理群  $31.65^{\circ}\text{C}\sim 33.80^{\circ}\text{C}$  で差が  $2.15^{\circ}\text{C}$  (Mean  $\pm$  SD,  $32.77\pm 0.40^{\circ}\text{C}$ ), 剃毛群  $30.28^{\circ}\text{C}\sim 33.67^{\circ}\text{C}$  (Mean  $\pm$  SD,  $32.44\pm 1.27^{\circ}\text{C}$ ) で差が  $3.29^{\circ}\text{C}$  と両群とも大きな個人差が見られなかった。この理由は自由行動では体を動かさなくても,立位であるため,座位と比較した場合に身体とショーツの密着度が低く,ショーツ内の空間が広がった。また,実験時環境温度は  $18^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$  であった。ショーツ内の温度は  $30.28^{\circ}\text{C}\sim 33.80^{\circ}\text{C}$ , 環境温度より  $12.28^{\circ}\text{C}\sim 12.80^{\circ}\text{C}$  も高く,ショーツ内の暖かい空気が外部に流れ,身体を動かしていた場合では,運動することによって気流の流れがさらに激しくなっていたため体毛の影響より気流の影響が極めて高かったと考えられる。

ショーツ内の相対湿度では,座位条件下における剃毛群が  $33.8\%\sim 52.9\%$  (Mean  $\pm$  SD,  $41.8\pm 27.2$ ), 未処理群は  $35.0\%\sim 60.3\%$  (Mean  $\pm$  SD,  $44.1\pm 7.3$ ) であった。剃毛群および未処理群のショーツ内相対湿度の平均値は統計的な有意差は認められなかったが,標準偏差値では未処理群の方が剃毛群と比較して個人差が大きいことが観察された。自由行動条件下においては,剃毛群が  $24.0\%\sim 36.4\%$  (Mean  $\pm$  SD,  $30.7\pm 4.4$ ), 未処理群は  $28.8\%\sim 50.9\%$  (Mean  $\pm$  SD,  $35.7\pm 6.2$ ) であった。自由行動条件下における剃毛群のショーツ内平均相対湿度は,未処理群よりも  $4.9\%$  有意に低いことが分かった。

座位条件下においては,剃毛群と未処理群のショーツ内相対湿度に統計的な有意差は認められなかった。しかし,平均値を比較すると,座位条件下における剃毛群の平均相対湿度は

41.8%,未処理群はそれよりも 2.2%高い 44.1%であった。また自由行動条件下における剃毛群は 30.7%,未処理群は 5.0%高い 35.7%と,両条件ともに未処理群の方が高い傾向が認められた。

未処理群の方が相対湿度高い傾向ある理由として,吸湿性のある体毛を処理することにより,ショーツ内に保持される気相水が減少したことが考えられる。また,未処理群は剃毛群と比較して,ショーツ内相対湿度の個人差が大きかった。これは,被験者の体毛の性状によってショーツ内に保持できる気相水の量が異なるため,ショーツ内相対湿度の個人差が大きく現れたものと推測している。また,自由行動条件の方が,座位条件下よりも剃毛群と未処理群の差が大きく現れた理由については以下のように考える。自由行動では体は動かなくても立位であるため,座位と比較し身体とショーツの密着度が低く,ショーツ内の空間が広がった。未処理群では被験者の体毛の性状によってショーツ内に保持できる気相水の量が異なるため,座位条件より気流の流れが激しい自由行動条件下では被験者の体毛の性状に加えて気流の影響もあるため自由行動条件の方が,座位条件下よりも剃毛群と未処理群の差が大きく現れたと考えられた。

### 3.5 まとめ

多くの女性が感じているデリケートエリアの不快感にはショーツ内気候が関与していると考え,本章ではショーツ内の熱水分環境を測定した。さらに,デリケートエリアの剃毛がショーツ内の熱水分環境に及ぼす影響について検討した。

被験者を剃毛群・未処理群に分け,ショーツ内温湿度を計測し,さらに剃毛がショーツ内の熱水分環境にどのような影響をもたらしたか検討した。主な結果は以下の通りである。

- ① ショーツ内温度・相対湿度共に,自由行動条件下と比較し座位条件下の方が高い値を示す傾向にあった。
- ② 剃毛により,ショーツ内温度・相対湿度共に低下する傾向が認められた。
- ③ 剃毛により,自由行動条件下において,ショーツ内の相対湿度が有意に低下することが明らかになった。
- ④ ショーツ内相対湿度では,未処理群の個人差は剃毛群よりも大きいことがわかった。

1. 田村照子、小柴朋子、平田耕造；衣環境の科学；建帛社;34~50（2004）
2. TOYOBO CO.,LTD情報；  
<https://www.toyobo.co.jp/seihin/ifukunai/ifuku4.htm>(2021.6.10参照)
3. 神山進、牛田聡子、枅田庸；自己と被服との関係（第2報）～身体ならびに自分に対する満足—不満感と被服～;繊維消費誌;28.2 38～84(1987)
4. Antony Wilkes,David Williams；Measurement of humidity；Anaesthesia & Intensive Care Medicine. 19, 4198-201(2018)
5. 山田 晃也,久次米正弘；Air Flow Velocity in Clothing for Thermal Manikin and Human Body;繊維機械学会誌;56,6(2003)
6. TOYOBO CO.,LTD 情報；  
<https://www.toyobo.co.jp/seihin/ifukunai/ifuku3.htm>(2021.6.10 参照)
7. 8480D-TS 透湿防水布；TNC(旧アパレルウェブ)情報；  
<https://www.textile-net.jp/shopdetail/000000090333/>(2021.6.10 参照)
8. テクノネクスト株式会社.j.情報；<http://tech-next.co.jp/pdf/TSDL-HT3.pdf>(2021.6.10 参照)

## 第 6 章. 剃毛と皮膚トラブルの関連性

## 第6章. 剃毛と皮膚トラブルの関連性

### 6.1 緒言

「第1章 序論-1.2.8 皮膚トラブル」で述べたように、デリケートエリアにムレなどの不快を感じている女性がとても多く、快適な衣服内環境を作るため、デリケートエリアの不快感を解消すべきと思われる。それに加えて近年、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たと言われている。こういった社会背景下では、体毛処理の衣服内環境に対する影響も無視できなくなってきた。

そこで「第2章 アンケート調査」において若年女性に対して体毛処理の実態を調査し、「第5章 衣服内熱水分環境」では体毛処理により、ショーツ内温度・相対湿度共に低下する傾向があることを見出した。「第3章 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響」において、体毛処理により皮膚常在菌層の多様性が高まる傾向があり、さらに病原性を示す可能性のある菌種が検出され、デリケートエリアの体毛処理により、健全な皮膚常在菌バランスが破壊されたことも推測できた。「第4章 体臭成分に与える体毛処理の影響」では、体毛処理することによって、より多い種類の体臭成分が検出された。このように、体毛処理によるデリケートエリアにおける衣服内熱水分環境、皮膚表面菌環境及び匂い成分の実態に及ぼす影響を調べた。しかし、これらの因子が相互に及ぼす影響と、これらが皮膚トラブルにどのような関連性があるのかについてはまだ明らかになっていない。

本章ではまずヒトの皮膚構造・機能について調査し、健康な皮膚状態に対して、皮膚トラブルを引き起こす障害因子を炙り出す。次に先行研究から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調査を行い、デリケートエリアの体毛処理（形態、方法）と皮膚トラブルの関連性を考察する。本研究結果と先行研究を照らし合わせて、体毛処理が衣服内の熱水分、皮膚表面菌及び体臭環境に及ぼす影響と皮膚トラブルの関連性について総合的に検討することを試みる。

これらの考察により、消費者を悩ませてきた痒み、体臭、かぶれなどのデリケートエリアのトラブル解決に向けた検討を行うことを目的とする。さらには、これまで「ムダ毛」とされてきた体毛に新たな意義を見だし、皮膚の快適性の向上に貢献することを目的とする。

## 6.2 人の皮膚

### 6.2.1 ヒトの皮膚構造

皮膚は、人の身体を覆う器官で、最大の質量を持つ臓器であり、皮膚は生体と外界の境界であり、多層外胚層の組織で構成され、内部の筋肉、骨格、靱帯その他の内部器官を保護する働きがある。また保湿、保温、遮断、感覚などの重要な機能を持っている。皮膚の役割は種によって異なり、例えば魚類や爬虫類は、鱗で保護され、鳥は羽によって保護される。両生動物の皮膚はガスを交換する器官である。<sup>1)</sup>

ヒトの皮膚の構造。表皮は外胚葉由来で胎生 2～3 週間で基本的な構造が形成される。表皮は主にケラチノサイトという細胞で形成されている。最も上側にある表皮には、真皮と接触し細胞分裂を盛んに起こす 1 層の基底細胞があり、そこから生じる表皮細胞が基底側から有棘細胞（有棘層）・顆粒細胞（顆粒層）・淡明層・角質細胞（角質層）へと変化する。

ながら外側に動く。上皮では不溶性で繊維状のタンパク質の一種ケラチンを生成して保護機能を持たせた。<sup>1) 3)</sup>。

真皮は表皮下の乳頭層と網状層に構成され。その由来は表皮の下の中胚葉である。<sup>3-5)</sup> 網状層は真皮の大部分を占め、線維成分が密な結合組織である。真皮の下方は皮下脂肪組織に接する。ところどころに血管、神経が走っている。真皮を構成する成分としては、線維性組織を形成する間質成分と、その産生細胞などから構成される細胞成分に2分される。主成分である間質成分は大部分が膠原線維（Ⅰ型とⅢ型が主）から構成されており、そのほかに弾性線維、細網線維、基質などから成る。<sup>3)</sup>

### 6.2.2 ヒトの皮膚機能

皮膚は人体の表層を覆い、直接に外界の環境に接触する組織をいう。保護、感覚、分泌、排泄、呼吸などの機能があり、触覚の感覚器である皮膚は外部からの刺激を感知し、伝える役割を持つ<sup>1)</sup>。高等動物の皮膚には、感覚性の神経終末が達しており、皮膚感覚と呼ばれる感覚を得る感覚器としても働いている。真皮の神経線維のうち有髄繊維のAδ繊維が、刃物で切られた際などの痛覚を感じ取り、侵害受容器と呼ばれる。絶縁体の鞘構造を持つAδ繊維が傷つくと電気信号が発し、神経を非常に早い速度で伝わり痛覚と認識される<sup>4)</sup>。

熱交換機能では皮膚は外界と体内との熱エネルギーのやり取りをする場所でもある<sup>1)</sup>。ヒトは恒温動物であり、皮膚は一定の体温を維持するために重要な役割を担っている。体温が上昇すると、より多くの血液が皮膚表面の血管へ運ばれるため血管が拡張し、より多くの熱が体外へ排出される、一方体温が下がると、血管が収縮し、熱が体外へ発散すること



が抑制される。また、汗腺から分泌された汗が蒸発する際に熱を奪われることにより体温を下げる働きもある。<sup>6)</sup>。

刺激の受容について主な刺激感覚には、温度変化や化学物質との接触などがある。熱や酸などの刺激性化学物質との接触などは、真皮の神経線維のうち無髄繊維に因子が接触することで感知される。この部分は温度・化学刺激以外にも接触も感知する多能性を持つため、ポリモーダル侵害受容繊維と呼ばれる。表皮にも熱や化学刺激を感知する能力がある。<sup>4)</sup>。

また、皮膚は紫外線を受けてビタミン D を生合成する。骨の形成に不可欠なビタミン D を得るため、かつて乳児には日光浴をさせるべきと母子手帳などにも書かれていたが、現在は削除されている。これは、通常の生活で生合成に十分な光を受けられる事や、かえって紫外線が与える悪影響が問題になるためである<sup>4)</sup>。この機能以外に、皮膚は排泄の役割も持っている<sup>1,3)</sup>。

### 6.2.3 皮膚トラブル

人間の皮膚は人体最大の器官である。外部環境から身体を守りと体温調節のような生体の恒常性を保つ重要な役割がある。皮膚にはこれを遂行するための構造と機能が備わっている<sup>3-7)</sup>。

体外からの障害因子としては、物理的刺激（圧力、外傷、温度、湿度、光線など）や化学的刺激（接触物、大気汚染物質など）など多くのものが挙げられる。また、内部からの疾患、栄養、ホルモン、自律神経、心理などによっても大きな影響を受けている。

本研究対象であるデリケートエリアについて、小林製薬が2016年 20～40代女性6,000名にアンケート調査を実施した結果では、51%の被験者がデリケートエリアにトラブルを抱えていることが分かった（Fig. 6-1）。また、Fig.1-4に示すように、トラブルの種類を見るとかゆみ40%、ニオイ15%、ムレ15%、かぶれ（接触性皮膚炎）14%が上位を占めていることが分かった<sup>8)</sup>。

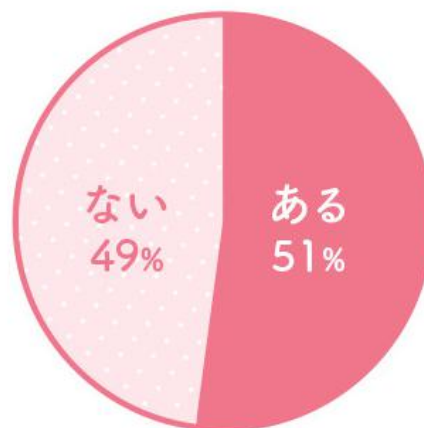


Fig. 6-1 Answers to the genital area trouble<sup>8)</sup>

小林製薬が2016年に20～40代女性311名を対象としたかゆみの原因に関するアンケート調査結果をFig. 6-2に示す。汗・ムレが一番高く65%、次いでナプキンなどのシート61%、おりもの41%、本研究の対象である下着・繊維刺激による摩擦やこすれ37%、デリケートエリアの脱毛・除毛も13%を占めていた。小林製薬の考察によると、汗・ムレで、ショーツ内の湿度や温度が高い状態に保たれたため、皮膚がふやけて刺激を受けやすい上に、雑菌が繁殖しやすく、かゆみなどのトラブルが起こりやすくなるとされた<sup>8)</sup>。

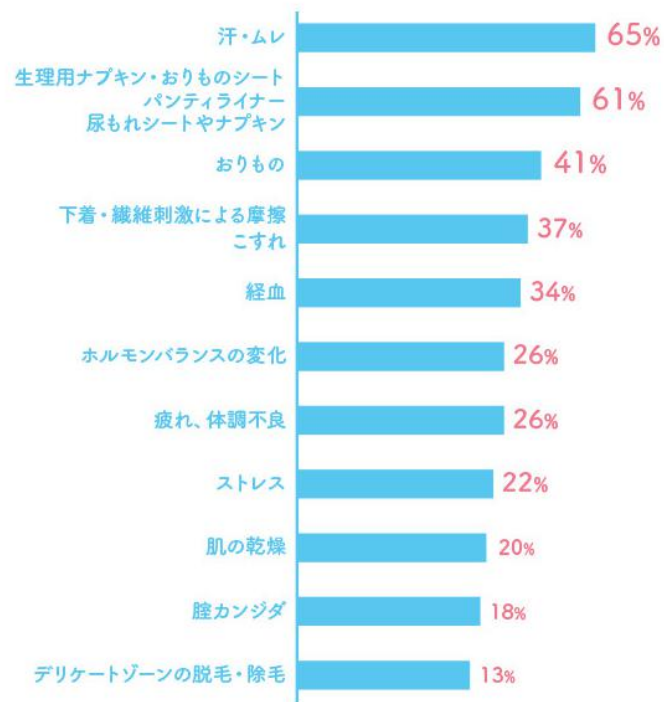


Fig. 6-2 Answers to the Causes of itch<sup>8)</sup>

### 6.3 体毛処理の実態

デリケートエリアの体毛処理は大きく分けると部分処理と全処理の 2 種類である。部分処理は長さや形を整え、全処理は体毛を全て除去する。部分処理では個人の嗜好などの不安定因子が目立つため、本研究では体毛処理は体毛を全て除去することにした。

また、デリケートエリアの体毛は様々な方法で処理されている。脱毛サロンやエステのような専門機関で行うニードル脱毛、レーザー脱毛、光脱毛などの方法と、自宅で実施できる方法に分類できる。2016 年女性ファッション雑誌 steady. 読者 1000 名に対するアンケート調査では、自宅で処理する人が 73% と一番多く、処理方法では半数以上の 54% が剃刀

を使用すると回答した<sup>9)</sup> (Fig. 6-3)。よって、本実験では自宅で最も使用されている方法である剃刀による剃毛を剃る方法として採用した。

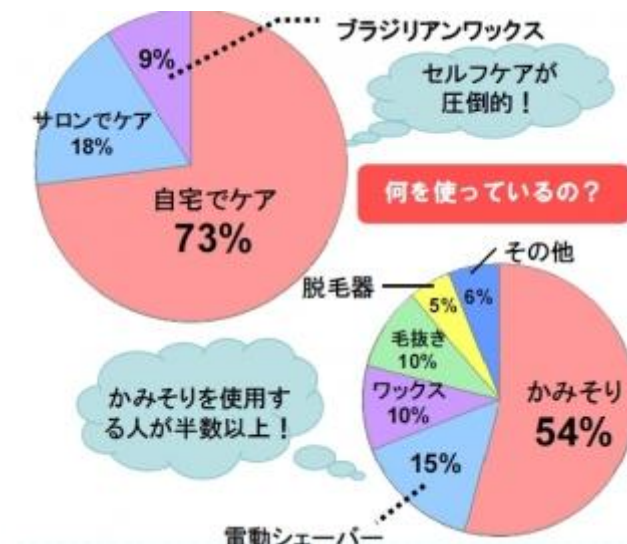


Fig. 6-3 Answers to the Body hair treatment method<sup>9)</sup>

デリケートエリア (VIO 脱毛) の体毛処理実態についてのアンケート調査が、2019 年株式会社ウルクスが 20 代～50 代女性 221 名を対象として行われた。VIO 脱毛とは部分処理の方法を示し、脱毛部位の形態からこのように呼ばれている。V ラインは、骨盤と骨盤を直線で結んだ部分から下で、脚の付け根部分より上の三角ゾーンのこと。I ラインは女性器 (粘膜) 周辺の部分のこと。V ゾーン全体は前方のアンダーヘアで下着に隠れる範囲のこと。O ラインは肛門周りの部分を示す。その結果 VIO 脱毛を知っていますか、という質問に対しては、84.6%が「知っている」(VIO それぞれ理解している)と回答したのに対して、13.6%が「なんとなく知っている」、1.8%が「知らない」と低い割合であった。脱毛部位としての VIO の知識は、認知度が 98%を越えているということが分かった<sup>10)</sup>。(Fig. 6-4)

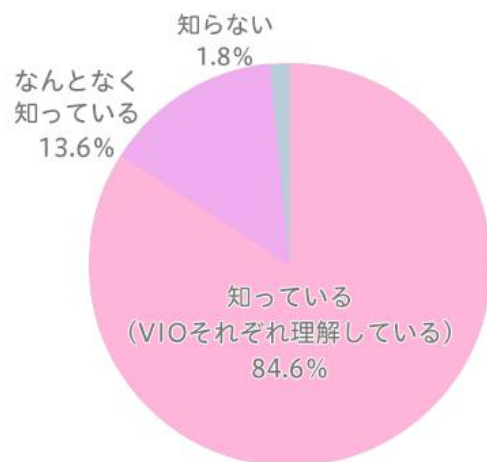


Fig. 6-4 Answers to the Do you know VIO hair treatment<sup>10)</sup>

VIO 脱毛に対する関心度調査の質問である「VIO 脱毛に興味がありますか？」の結果を Fig. 6-5 に示す。39.3%が「興味があり、脱毛している」、48.9%が「興味がある」となり、合わせて 88.2%と言う高い割合で興味関心が持たれていることが分かった<sup>10)</sup>。

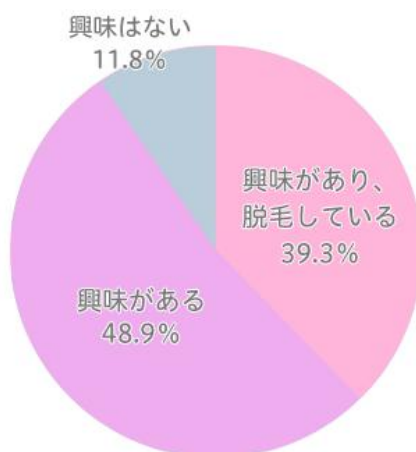


Fig. 6-5 Answers to the are you interested in VIO hair treatment?<sup>10)</sup>

また、Fig. 6-6 に示す通り、20 代では 46.9%が「脱毛している」、45.8%が「興味がある」と回答しており、92.7%の高い割合で興味関心が高いことが分かった。また、本研究被験者

である 20 代では過半数近い 46.9%、30 代でも 34.4%が脱毛しているという回答していた<sup>10)</sup>。

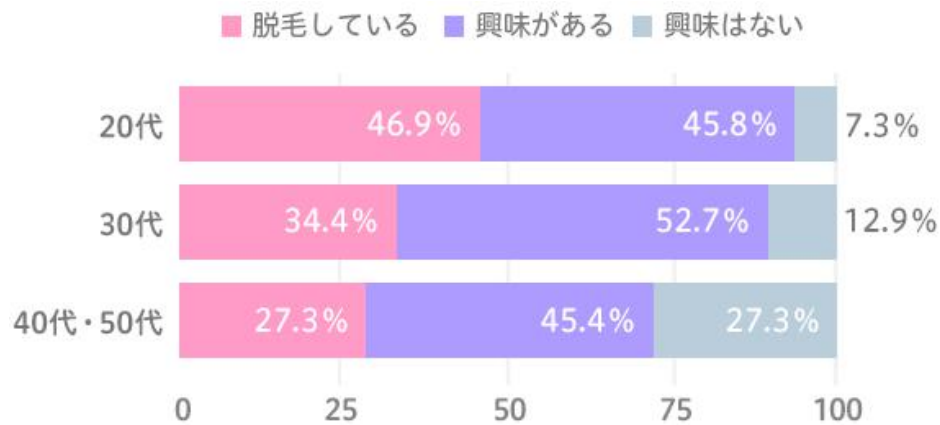


Fig.6-6 Degree of interest in VIO hair treatment by age<sup>10)</sup>

2014 年に Scott M. Butler, PhD らがアメリカの大学生 1,110 名（女性 60%（n = 671）、男性 40%（n = 439）、平均年齢は 20.3 歳（中央値= 20、標準偏差= 2.02）を対象にした陰毛嗜好、除去の理由、および関連する性器症状に関する調査を行った。この結果では過去 4 週間に少なくとも 1 回は陰毛を除去していると答えたのは、女性で 82%、男性で 49%であった。また、80.3%の被験者に陰毛処理することによる性器掻痒の経験があると報告されている<sup>11)</sup>。

ブラジルでは Andrea L.らが 2012 年 4 月～6 月に陰毛除去に関連する合併症についての調査を匿名の自記式質問票によって行った。対象者は 16～40 歳の女性 333 名であった。調査結果、87%の女性が、現在陰毛を除去していると回答した。60%の回答者は、陰毛除去によって少なくとも 1 つ以上の健康上のトラブルを経験しており、最も多い回答は表皮の擦傷と埋没毛（皮膚内で発毛・成長してしまった体毛のこと）であった<sup>12)</sup>。

また、体毛処理による皮膚の炎症や肌荒れ<sup>13)</sup>、パンティーライナーによる陰部皮膚における衣服気候、pH、好気性菌叢におけるわずかな変化<sup>14)</sup>、腋窩部細菌叢の相違が異なる体臭をもたらす<sup>15)</sup> といった報告が見られた。また、術前除毛前後で皮膚細菌叢に変化が無い<sup>16)</sup> ため、創部感染予防を目的とした術前除毛処理は不必要という報告があった<sup>16)</sup>。また、腋窩部脱毛によりにおいが軽減する<sup>17)</sup> という報告があった。

ヒトの皮膚と毛、爪、など付随する構造（器官）とをあわせて、外皮系という器官系としてまとめて扱われる。<sup>2-4)</sup> デリケートエリアの場合、体毛（外界と接触部）は皮膚の一番外側である。二番目に外界に近いのは、厚さが平均約 0.2 mm のとても薄い膜である表皮（Fig.6-7）である。<sup>3)、6)</sup> 花王株式会社によると表皮は外部からの異物の侵入や体の水分の蒸散を防ぐバリアとなって、内部を保護している。また、角質層は表皮の最表面にあり。その厚さは平均で約 0.02 mm、バリア機能と保湿機能という大切な役目を果たしている<sup>18)</sup>。

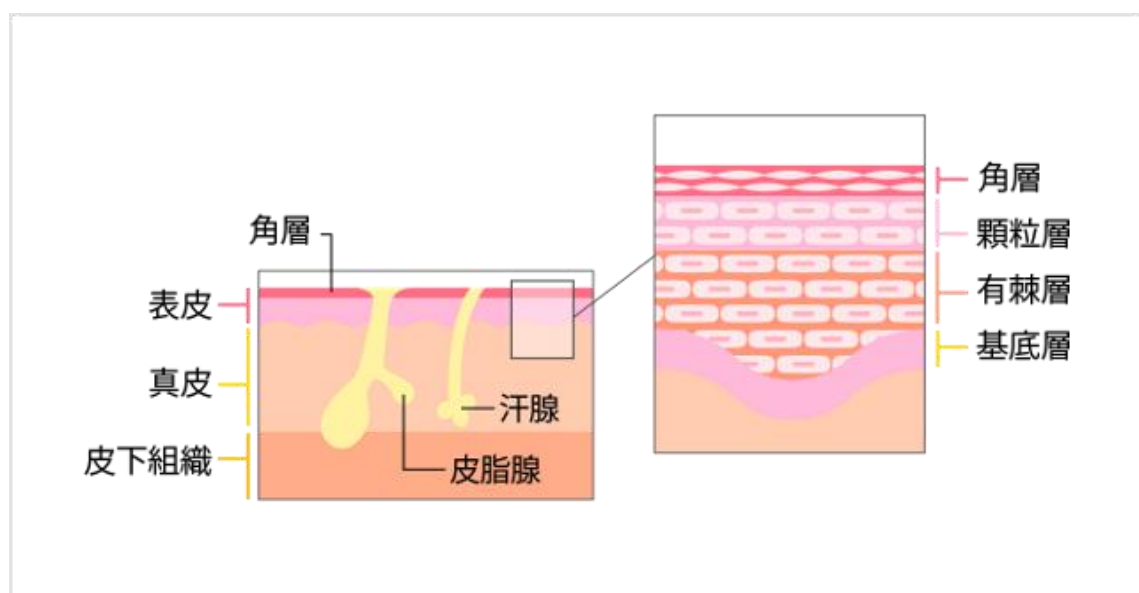


Fig. 6-7 Structure of the epidermis<sup>18)</sup>

## 6.4 アンケート調査概要

### 6.4.1 調査方法

第2章で示したアンケート調査より結果を抜粋する。2014年10月～12月に配置調査法および宿題調査法を用いて行った。調査対象は10代～20代女性大学生（主として文化学園大学留学生）66名である。質問用紙に示した部位の図を Fig. 6-8 に示す。



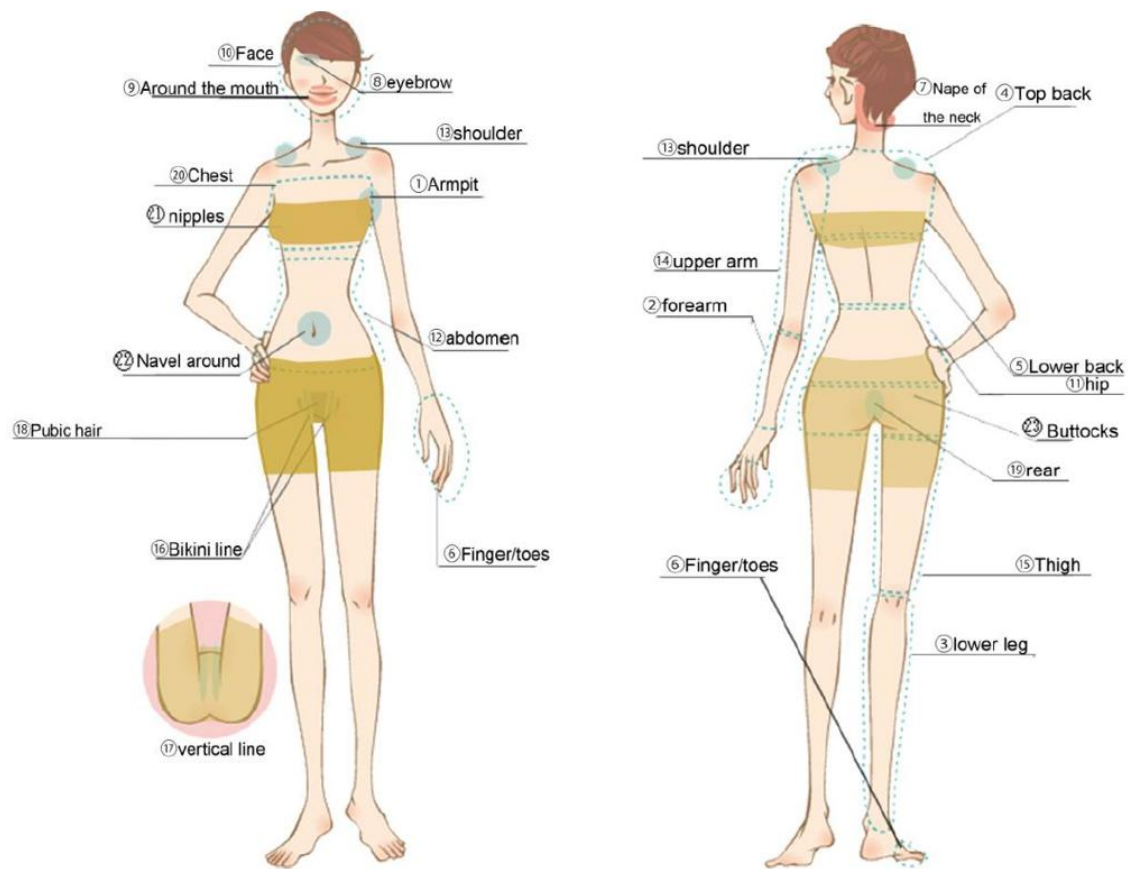


Fig. 6-8 Body parts indicated on the questionnaire

#### 6.4.2 結果及び考察

Fig. 6-9 にアンケート結果を示す。本調査の回収率は 33%であった。調査対象の 23 部位  
中眉と脇を習慣的に除毛する人はそれぞれ 43%、34%を占めた。また、除毛したことがあ  
る人を加算すれば両部位とも 8 割程度を占め、最も除毛頻度が高いことが示された。次い  
で下肢 62%、口周り 49%、前腕 47%と半数近い人が除毛を習慣的に実施している、あるい  
は経験があると答えた。本研究で調査対象としている部位のデリケートゾーンに当たる V  
ライン、I ライン、V ゾーン全体、O ラインはそれぞれ 31%、17%、16%、12%であった。  
なお V ラインは、骨盤と骨盤を直線で結んだ部分から下で、脚の付け根部分より上の三角  
ゾーンのこと。I ラインは女性器（粘膜）周辺の部分のこと。V ゾーン全体は前方のアンダ

ーヘアで下着に隠れる範囲のこと。O ラインは肛門周りの部分を示す。

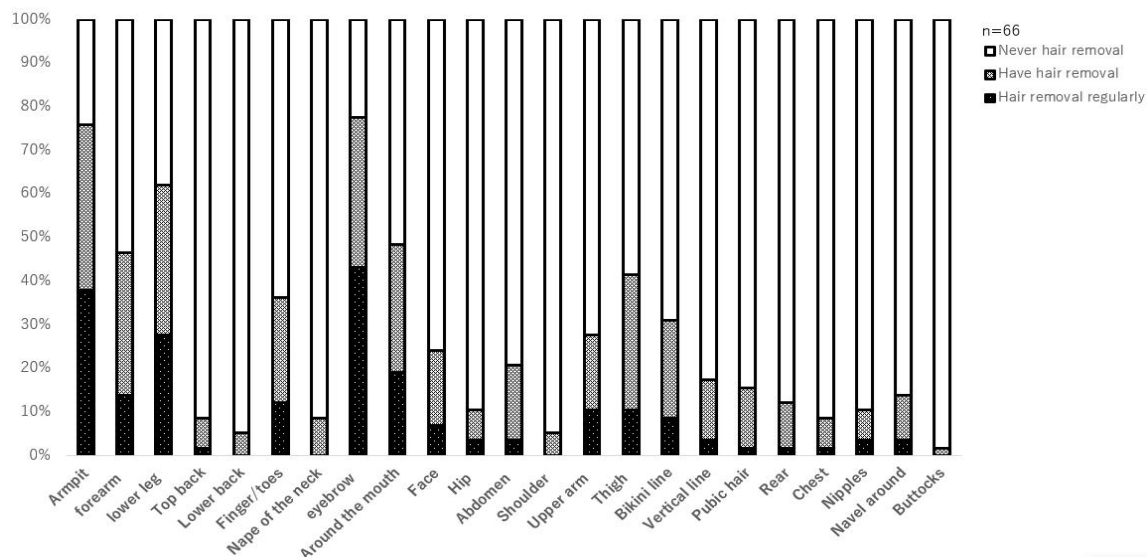


Fig. 6-9 Hair treatment habits

Fig. 6-10 に示したように体毛の処理方法では剃刀が一番よく使われていた。体毛処理すると回答した人の中で、V ライン 44%、I ライン 76%、V ゾーン 45%、O ライン 67%を占めていた。この結果は女性ファッション雑誌 *steady* 読者 1000 人を対象とする調査結果<sup>9)</sup>と同様の傾向を示した。

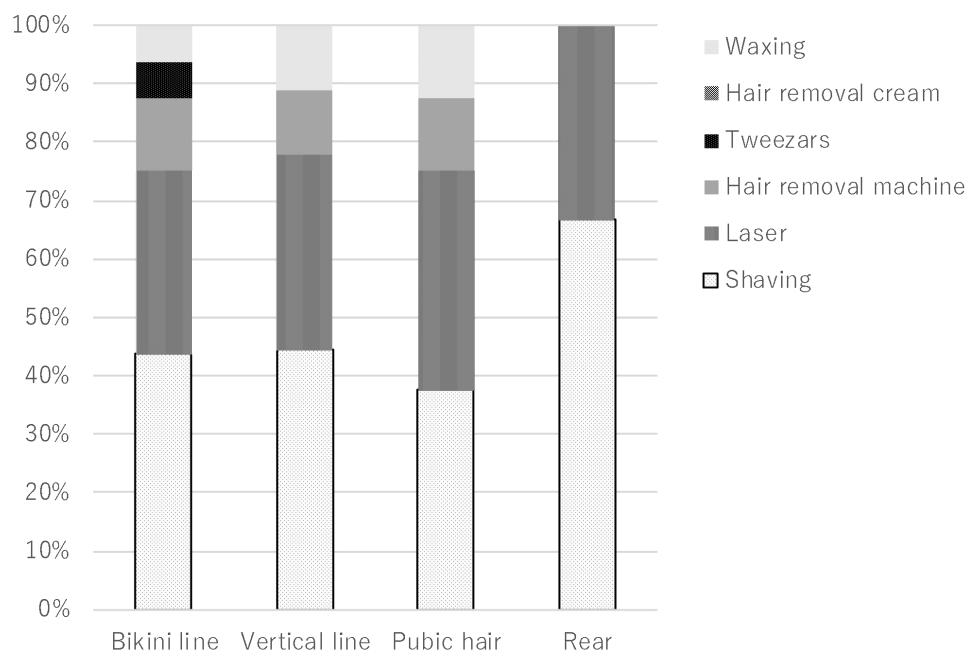


Fig. 6-10 Body hair treatment method

また、除毛経験のある被験者数では、陰部である V ライン、V ゾーン、I ライン、O ラインの 4 部位除毛後に、皮膚の感じ方に変化なしと回答した被験者は 76%~91% と高かった (Fig. 6-11)。除毛することが健康トラブルを起こす原因になっていると考えていない回答者が多いことが明らかになった。

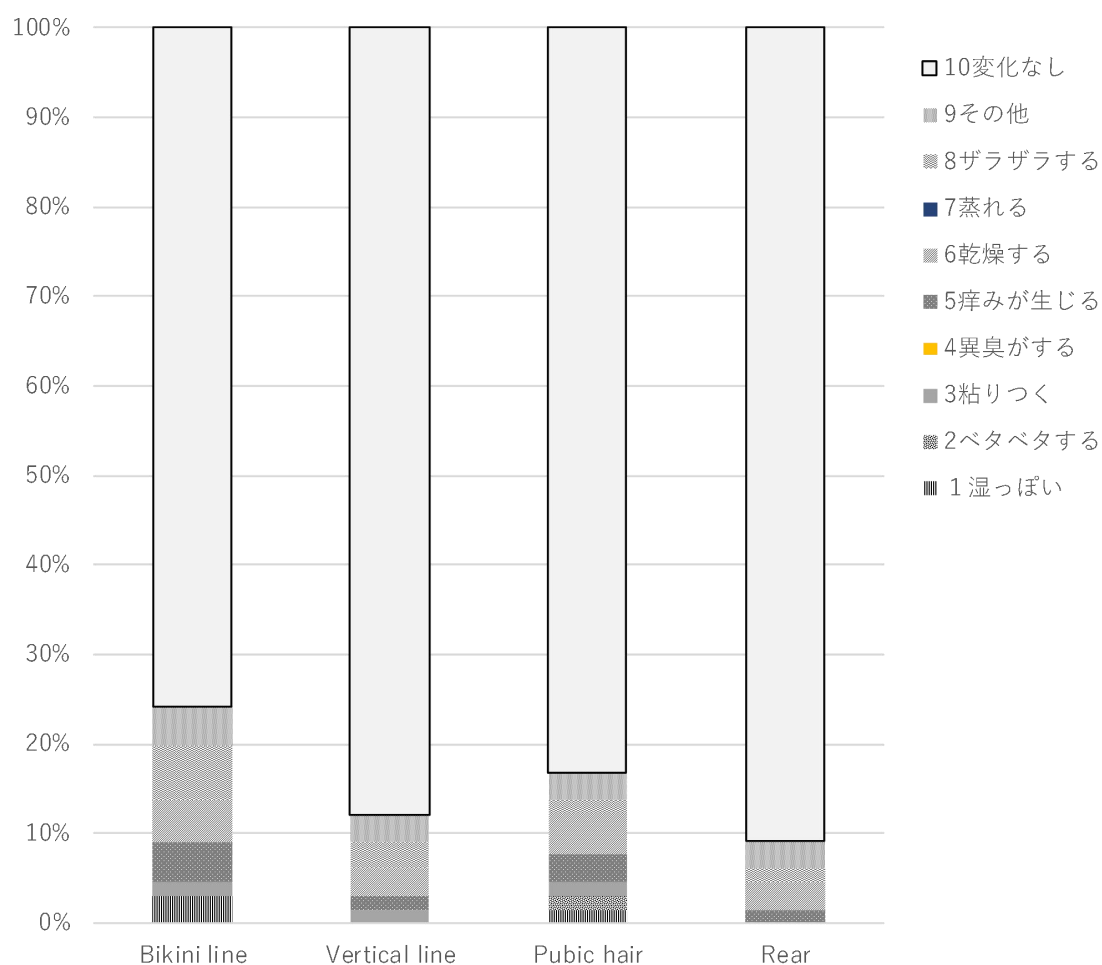


Fig. 6-11 Changes in feeling and skin changes after hair treatment

この結果を小林製薬が①20～40代 6,000名女性および②20～40代女性 311名を対象に実施した2回のアンケート調査結果<sup>8)</sup>と比較した。①の調査結果では、一番割合の高い陰部トラブルであるかゆみが40%であったが、本調査では0%～4%の人が体感したとの結果になった。

## 6.5 被験者実験

### 6.5.1 被験者実験概要

被験者実験は、衣服内熱水分環境調査、皮膚表面細菌叢、ショーツ内の体臭成分を実施した。被験者は健康な 22～32 歳の女性 16 名、平均年齢 26.1 歳±5.9 歳（平均±標準偏差）である。実験に当たっては月経期を除外した。体毛の有無について検討するため、実験で剃毛処理を行った剃毛群（無毛）、剃毛処理をしていない者を未処理群（有毛）に分類して実験を行った。

被験者の身体特性及び参加する実験項目を Table 6-1 に示す。

Table 6-1 Physical characteristics of subjects for Microclimate within Clothing

Subject	Age (yrs.)	Height (cm)	Body weight(kg)	Microclimate within Clothing		Bacterial Flora		Body odor	
				Shaving	No shaving	Shaving	No shaving	Shaving	No shaving
A	24	160	51	○	○	○	○	○	○
B	29	160	60	○	○	○	○	○	○
C	27	162	49	○	○	○	○	○	○
D	24	163	44	×	○	○	○	○	○
E	32	154	50	○	×	×	○	○	×
F	23	158	44	○	×	×	○	○	×
G	32	155	45	×	○	○	×	×	○
H	23	162	52	○	×			○	○
Y	23	165	49	○	×			○	×
I	28	161	45	○	×			×	○
K	22	158	57	○	×			×	○
L	27	157	52	○	×				
M	32	157	47	○	×				
N	24	155	65	○	×				
O	24	158	52	○	×				
P	24	157	43	×	○				

各実験項目の詳細は「第 5 章 衣服内熱水分環境」、「第 3 章 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響」、「第 4 章 体臭成分に与える体毛処理の影響」に示した通りである。

### 6.5.2 剃毛とショーツ内環境の季節との関連性

Fig. 6-12 に人体・ショーツ内環境・外部環境に影響を及ぼす要因を示す。人体側には体温、汗（エクリン・アポクリン）、皮脂、PH、微生物（皮膚表面、腸内）、排泄物、腸内ガス、おりもの、経血などがショーツ内環境に影響を与える因子として挙げられる。これらの因子とショーツのパターン、素材（保温性・吸水性・透湿性・吸湿性・通気性など）、加工（消臭・除菌・UV カットなど）など、ショーツの特性としての因子が相互作用し、衣服内の熱水分環境、皮膚表面菌、体臭成分などの環境に大きく影響すると考えられる。そこで外部環境である季節条件ごとに、これらについて検討した。

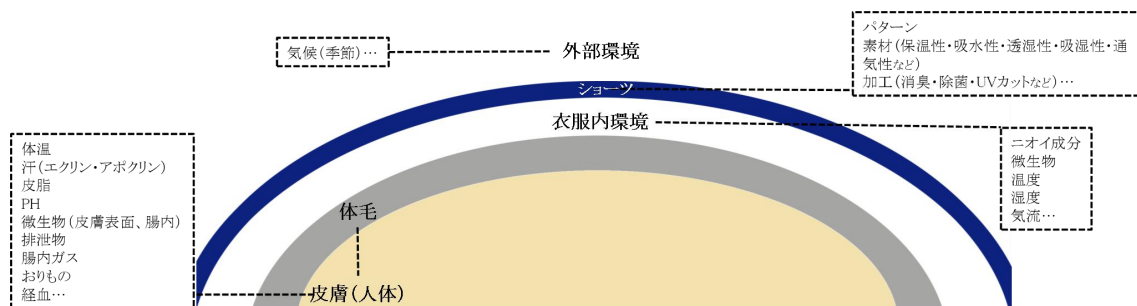


Fig. 6-12 Factors affecting the human body, the environment inside the shorts, and the external environment

夏は一番かゆみの症状が出やすいと言われている。原因としては環境温湿度が他の季節より高いため、ショーツ内が高温多湿環境になりやすく、さらに発汗により、ムレやかぶれが生じやすいと考えられる。これらのトラブルはアンケート結果によると、Fig.1-7 に示すように、ムレが2位、かぶれが3位であった。また、デリケートエリアにはエクリン腺だけではなくアポクリン腺も分布している。アポクリン腺から出る汗には、各種のたんぱく質や脂肪などの体臭になりやすい成分が多く含まれている。アポクリン汗は、やや粘りがあり、塩分をほとんど含まないので、細菌が繁殖しやすく、これが発酵するときに体臭

が発生すると言われている（Fig.6-13）。これらの理由により、トラブル種類の2位である体臭を生じやすいと考えられる。

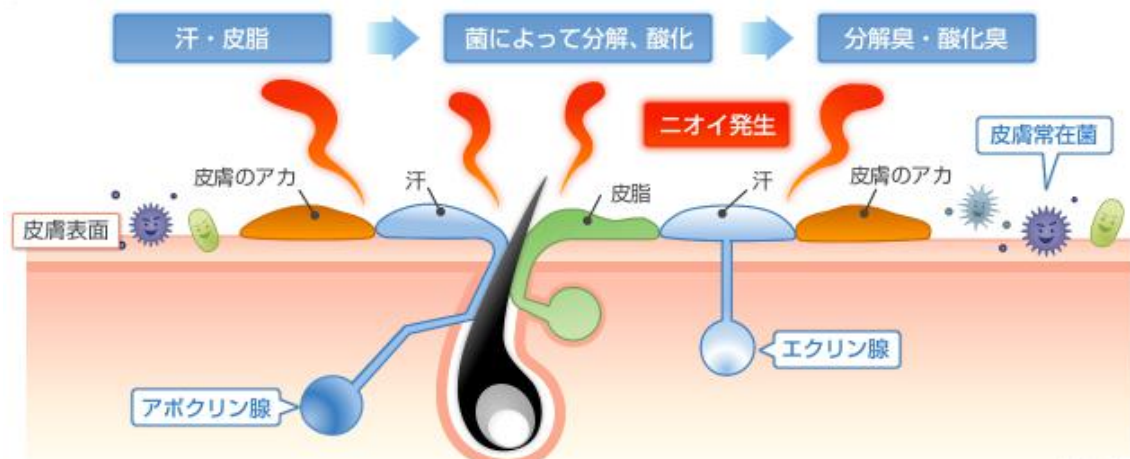


Fig.6-13 Mechanism of odor generation on the skin surface<sup>27)</sup>

春は生活環境に変化が起こることが多い季節である。そのため、デリケートエリアの皮膚は外部環境ではなく生活環境の変化によって疲れやストレスにより健康的な皮膚状況を保てにくくなり皮膚トラブルが起こる可能性が考えられる。また春は花粉症が発症する季節である。アレルギー源である花粉の飛散量が多い春には、皮膚にアレルギー症状が出る例として大山 克巳が1992年にスギ花粉飛散シーズン中（春季節）に5例の顔面皮膚炎を生じたことが報告された<sup>20)</sup>。こういった場合にはデリケートエリアの皮膚も影響される可能性があるのではないかとと思われる。

秋・冬では衣服が厚手になっていき、ショーツ、タイツなど、何層にもくるまれることになる。そのため、ショーツ内温湿度も高く保たれる可能性がある。また、ショーツ外にも何層もの着衣があるため通気性が悪くなり、夏同様高温多湿環境になり、これが皮膚トラブルを起こす一因になると言われている<sup>8)</sup>。本研究ではこの季節に実験を行った結果、

実験時環境温度 18℃～21℃、環境相対湿度 26%～38%であった。またこの環境下で、被験者が快適とされる衣服クロー値を調査した結果、1.02～1.42 であった。この時のショーツ内温湿度結果を Table 6-2 に示す。剃毛することによって温度の変化は認められず、相対湿度では有意に低下した。その平均変化量は 5%RH であった。実験時の環境相対湿度は 26%～38%と低く、剃毛することによって 5%低下することにより、ショーツ内の乾燥を更に進行させたと考えられる。体毛は吸湿性に優れているため、含水率が高い。剃毛で体毛がなくなることによって、ショーツ内に保持出来る水分量が減少し、湿度が低下したと考えられる。

Table. 6-2     Sitting position and Free movement Temperature・  
Relative humidity(Average)

	sitting position		Free movement		Relative humidity
	Shaving	Not shaving	Shaving	Not shaving	
Temperature(℃)	34.06～34.96(34.44±0.29)	33.15～36.31(34.54±1.06)	30.28～33.67(32.44±1.27)	31.65～35.50(32.52±0.40)	30～38(32.7±10)
relative humidity (%)	33.3～52.9(43.0±2.72)	35.0～60.5(44.1±7.5)	24.0～36.4(30.7±4.4)	28.3～50.9(36.7±6.2)	26～38(32±4)

### 6.5.3 衣服内熱水分環境変化が皮膚表面菌叢に及ぼす影響

「第 5 章 衣服内熱水分環境」の結果から Table 6-2 に示したように座位条件、自由行動条件において、体毛処理によって衣服内温度は 31.65～36.31℃から 30.28～33.6℃に低下し、快適と言われている 32±1℃<sup>21)</sup> に近づいた。衣服内温度同様、相対湿度では体毛未処理群の 35～60%から 24～53%に低下した。Fig. 6-14 にある特定の環境、人体条件、用途下における衣服内気候（模式図）<sup>22)</sup> に両群の衣服内温度および相対湿度範囲を描画した図を示す。剃毛することによりショーツ内の温湿度共に快適範囲に保たれることを明らかになった。



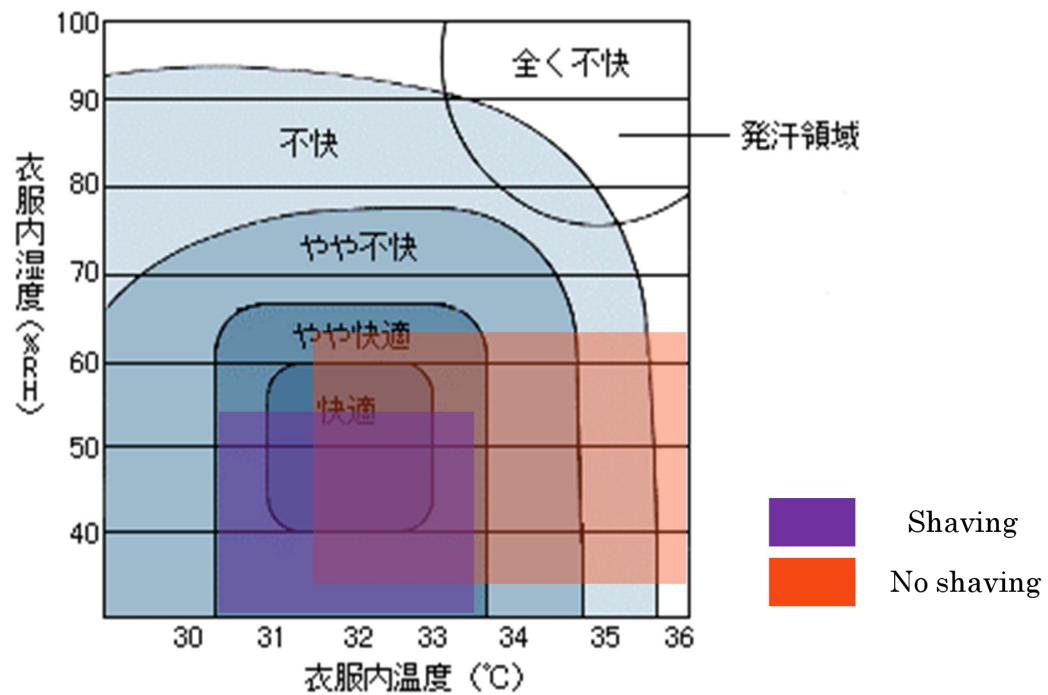


Fig. 6-14 Temperature and humidity in comfortable clothes<sup>22)</sup>

温湿度と微生物生存条件の範囲図に本研究の衣服内温湿度結果の範囲を描画した図を Fig. 6-15 に示す。剃毛するしないにかかわらず、微生物が繁殖し易い環境とは言えない温湿度範囲であった。「第3章 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響」では剃毛することにより皮膚常在菌層の多様性が高まる傾向にあることが示唆されたが、ショーツ内温湿度環境とは別の要因によるものと考えられる。

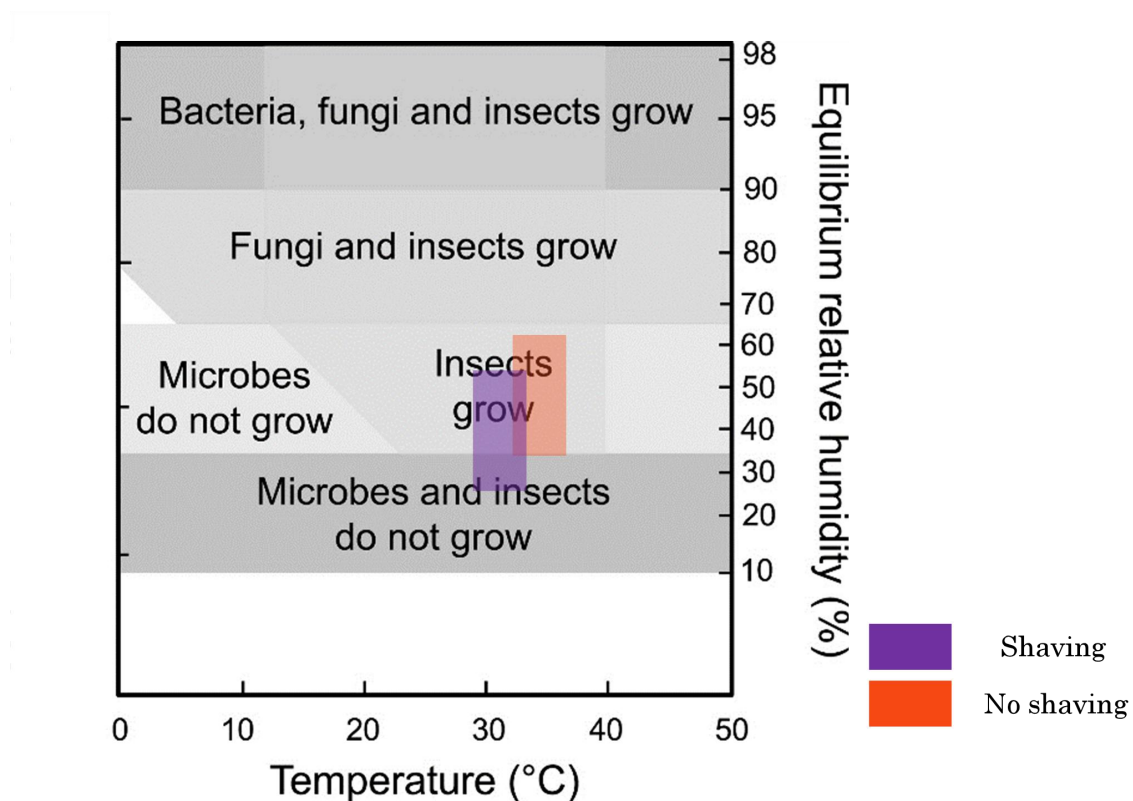


Fig. 6-15 Diagram illustrating the combinations of temperature and MC (or ERH) at which different organisms can grow<sup>22)</sup>

#### 6.5.4 皮膚表面菌叢と皮膚トラブルの関連性

「第3章 皮膚細菌叢に与える体毛処理の影響」の結果では陰部の剃毛により、皮膚細菌叢に変化を生じ、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見出した。この原因として本実験で採用している体毛処理方法である剃毛の特徴が考えられる。剃毛では角質層に傷をつけない可能性は極めて低いと考えられる。角質層には2大バリア機能である皮膚表面からほこりや菌などの外部刺激が体内に入るのを防ぐ機能と、体の水分が体外に過剰に蒸散するのを防ぎ、体が乾燥を防ぐ機能がある。剃毛による角質層の損傷によりこれらの機能が低下し、健康的な皮膚のような働きができなくなる

と考えられる。また、体毛が処理されるとショーツが表皮と接触する面積が増え、体毛が緩和していた摩擦が増加し、厚さが僅か0.2 mm表皮<sup>18)</sup>が摩擦により削り取られる可能性も考えられる。また、第4章ではバリアの働きをする *Lactobacillus* 属の減少が認められた。このことにより細菌などに対する感染抑制能力が低下し、病原性細菌が繁殖し炎症などの皮膚トラブルを起こすリスクが高まる可能性があると考えられる。

#### 6.5.5 剃毛後ショーツ内の体臭成分と皮膚トラブルの関連性

「第4章 体臭成分に与える体毛処理の影響」の結果では、デリケートエリアにおいて、剃毛による体臭軽減効果が見られず、より多い種類の体臭成分が検出された。また、体臭成分ではないが Squalene<sup>24)</sup> が剃毛によって減少する傾向が認められた。Squalene<sup>24)</sup> は過酸化の影響をあまり受けず、一重項酸素の消光剤として皮膚内で機能し、紫外線や他の電離放射線源への暴露による脂質の過酸化からヒトの皮膚表面を保護していると知られている。これが剃毛によって減少し皮膚表面を保護する機能も発揮しにくくなると考えられる。

前項の考察同様、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を示唆されたが、本研究では体臭の発生に関わる細菌は同定されなかった。

#### 6.6 まとめ

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。主たる結果は以下の通りである。

- ① 若年女性の間ではデリケートエリアの体毛処理は日常的に行われていた。
- ② 剃毛することによりショーツ内の温湿度共に快適範囲に保たれた。
- ③ 剃毛することにより皮膚常在菌叢の多様性が高まる傾向にあることが示唆されたが、ショーツ内温湿度の変化はこの要因ではないことが示唆された。
- ④ *Lactobacillus* 属が減少し、細菌などの感染の抑制能力が低下する可能性が高まり病原性細菌が繁殖し炎症などの皮膚トラブルを起こすリスクが高まると考えられる。
- ⑤ 剃毛が掻痒感を起こす一因である可能性を示した。
- ⑥ 剃毛することによってバリアの働きをする *Lactobacillus* 属が減少すること、また皮膚バリア機能がある *Squalene* が減少し皮膚表面を保護する機能を発揮しにくくなることにより、病原性細菌が増殖し皮膚トラブルの原因になる可能性を示した。

1. 大島泰郎；生化学辞典第2版；東京化学同人；677、1068 - 1075（1995）
2. 河野邦雄、伊藤隆造、坂本裕和、前島徹、樋口桂；解剖学第2版；財団法人 東洋療法学校協会；26・31、外皮構造（皮膚）（2016）
3. 清水宏；あたらしい皮膚科学第3版；中山書店；12－16（2018）
4. 傳田光洋；皮膚は考える；岩波書店、岩波 科学ライブラリー；112；5～52（2006）
5. 瀧川雅浩、富田靖、橋本隆；標準皮膚科学；医学書院；5（2007）
6. 佐藤昭夫、佐伯由香；体の構造と機能 第2版；医歯薬出版；173－174（2009）
7. 村山直也、室田浩之；臨床スポーツ医学；37(8)；884-888（2020）
8. デリケートゾーンの実態を大調査！多くの女性が悩んでいるトラブルとは？；小林製薬製品情報（2016）
9. 【5割以上の女子はやっている！デリケートゾーンの処理は当たり前！？】～働く女子1000人調査！夏寸前！働く女子のムダ毛事情～；株式会社宝島社情報；(2016)
10. 日本人女性のアンダーヘアに新時代到来！？知られざる”VIO脱毛”の実態―「興味あり」は88.2%！20代は半数近くがケア・経験者の76.7%が満足；株式会社ウルクス情報；(2019)
11. Scott M Butler、Nicole K. Smith、Erika Collazo-Vargas、Lucia Caltabiano；Pubic Hair Preferences, Reasons for Removal, and Associated Genital Symptoms: Comparisons Between Men and Women；Journal of Sexual Medicine 12(1)・December（2014）
12. Andrea L.DeMaria, Marissa Flores, Jacqueline M.Hirth, Abbey B.Berenson；Complications related to pubic hair removal；American Journal of Obstetrics and Gynecology；210,6,528.e1-528.e5(2014)
13. 久留戸真奈美 他；ムダ毛の手入れと肌への影響―脱毛器 3機種とカミソリによる手入れの比較から―；化粧品技術誌 44(4) 2010

14. B Runeman et al ; The Vulvar Skin Microenvironment: Impact of Tight-fitting Underwear on Microclimate, pH and Microflora ; Acta Derm Venereol ;85 ; (2005)
15. Troccaz et al ; Mapping axillary microbiota responsible for body odours using a culture-independent approach ; Microbiome; 84 (4) : 277-84 (2014)
16. 千田 好子 他 ; 術前除毛が皮膚細菌叢に及ぼす影響 ; 環境感染 13(3) (1998)
17. A Lanzalaco et al ; A comparative clinical study of different hair removal procedure and their impact on axillary odor reduction in men. ; J Cosmet Dermatol. 2016 Mar;15(1):58-65
18. 皮膚（肌）ってどういう構造をしているの？ ; 花王株式会社情報 ; (2020.6.10 参照)
19. 体臭の原因 ; くすりと健康の情報局; 第一三共ヘルスケア情報 ; (2020.6.10 参照)
20. 大山 克巳 ; スギ花粉が原因と考えられる皮膚炎の 5 例 ; 日本皮膚科学会雑誌; 102.1.31-40(1992)
21. 田村照子、小柴朋子、平田耕造 ; 衣環境の科学 ; p 34~50 建帛社 (2004)
22. 衣服内気候と快適域の関連 ; 東洋紡株式会社情報 ;  
<https://www.toyobo.co.jp/seihin/ifukunai/ifuku4.htm>(2020.6.10 参照)
23. Kent J.Bradford, Peetambar Dahal, Johan Van Asbrouck, Keshavulu Kunusoth, Pedro Bello, James Thompson, Felicia Wu ; The dry chain: Reducing postharvest losses and improving food safety in humid climates; Trends in Food Science & Technology. 2018, 71, 84-93
24. Kelly GS ; Squalene and its potential clinical uses. ; Altern Med Rev. 1999 Feb;4(1):29-36

## 第 7 章. 総括

## 第7章. 総括

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剃毛により除去した剃毛群及び体毛に人工的な処理をしていない未処理群の二群に分けて実験を行った。第一に、衣服内温湿度について、剃毛群と未処理群を比較し、体毛が衣服内温湿度に及ぼす影響を明らかにした。次に皮膚細菌叢を測定し、菌種の同定を行い、全検体に共通して検出された菌種と剃毛群及び未処理群それぞれの検体から検出された細菌総数における各菌の占有率を分析検討した。また、剃毛群と未処理群の皮膚表面菌について相違点を分析検討した。さらに、ショーツ



内の体臭成分を測定し、全検体の体臭の傾向把握および剃毛群と未処理群の比較を行った。これらの情報をまとめ、シャワー内の熱水分特性および細菌叢実態、体臭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、剃毛による体毛処理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24～32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 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、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23～32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®TD, 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%という高い確率で検出された。剃毛、未処理両群を比較すると、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明らかにした上で、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皮膚が傷つけられ、皮膚が荒れると常在菌以外の菌が付きやすくなるため、皮膚常在菌種が変化し、病原性を示す可能性のある菌種が多く検出された。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。

謝辭

## 謝 辞

本研究の遂行し学位論文をまとめるに当たり、多くの方々のご指導とご助力をいただきました。文化学園大学大学院生活環境学研究科教授永井信夫先生に厚く御礼申し上げます。同じ「衣服内環境」の枠組みに含まれる研究とはいえ、永井先生なさっている研究に、直接的には関連しない研究テーマを遂行させていただいたことに、感謝いたします。この論文における様々な思い、自身の至らなさ、心の弱さを実感することができることは、今後の努力の糧になる宝ものです。最後まで本当に有難うございました。

博士課程後期進学以前から温かく見守っていただくとともに、大学院生活を歩むにあたり多大なご支援とご指導を賜りまして文化学園大学大学院生活環境学研究科名誉教授田村照子先生、同じく教授小柴朋子先生に深く感謝申し上げます。大学3年生から機能デザインコースに所属して学び、早9年人生3分の1の歳月でした。先生であり母である存在と思っています。最後まで公私共に見守っていただき本当に有難うございました。

本研究の遂行し論文の投稿に当たり。研究成果のまとめ方法、投稿論文の書き方などゼロから気長に明晰かつ厳密に教えて頂き、今後、研究者としての道を導いて頂いた文化学園大学大学院生活環境学研究科研究科長米山雄二教授、同じく柚本玲准教授に心より深く御礼申し上げます。柚本先生には、特に投稿論文2度も取り下げられて希望の光が見えなくなった私に言葉だけではなく行動で勇気付けて下さいました。今後の研究だけではなく人生の糧になる宝ものです。最後まで私を諦めず見守っていただき本当に有難うございました。

機能デザイン学研究室の佐藤真理子教授には有益なご指摘と心温まる励ましをいただきました。特に研究費の申請に当たりご助言頂き誠にありがとうございました。同じく機能デザイン学研究室の松井有子助教と青木識子助教におかれましたが、尊敬する先輩であり、博士前期1年生

から今まで本当にお世話になっておりました。いつもお忙しい中研究に関する相談に乗って頂き  
ポジティブなアドバイスをくださいました。おかげ様で安心して研究できました。心より感謝申し上  
げます。

大学院生活を共に過ごし支えていただいた先輩後輩方、宋婧さん、竹瀟瀟さん、徐ケンビさん、  
汪清さん、いつも優しく、沢山励まし頂きました。一緒に多くの時間を過ごしました、おかげ様  
日々楽しい学生生活を送ることができました。感謝の気持ちでいっぱいです。本当にありがとうご  
ざいました。

加えて、公益財団法人倶進会の助成を受けて行われました。厚く御礼申し上げます。

最後に、これまで自分の思う道を進むことに対し、いつも温かく見守りそして辛抱強く支援して  
くださった両親、そして、いつもいい子にしてエネルギーくれた息子に対して深い感謝の意を表し  
て謝辞と致します。