

# 体幹部圧迫が局所発汗に及ぼす影響

—舞妓の胸高な帯は顔の汗を抑制するか?—

## Effects of Clothing Pressure Around the Trunk on Local Sweat Rate:

Can the Maiko's Obi Suppress Face Sweating?

佐藤 真理子

Mariko Sato

### 要旨

“京都の舞妓さんが胸高にきつく締める帯で顔の汗を抑えている”との通説は、皮膚圧-発汗反射によるものと考えられる。本研究は、実際に帯の締め位置で体幹部を圧迫した際、顔面や頭部周辺の発汗がどの程度抑制されるかを明らかにすることを目的とした。健康な若年女性5名を対象に、35℃・50%RHの暑熱環境下で、腋窩（後腋窩点高）・アンダーバスト（UB、第5、6肋間近傍）・腰（腸棘点高）の3部位をベルトで締め、それぞれ約5.0kPaの圧迫を負荷した。測定項目は、局所発汗量（前額、頬部、後頭部、胸部、大腿前面）、皮膚温（胸部、上腕部、大腿部、下腿部）、直腸温である。その結果、腋窩圧迫時に前額、頬部、後頭部で25～35%、UB圧迫時に頬部で約10%、有意に発汗が減少した。“舞妓の胸高な帯による顔の汗抑制”は実証されたが、腋窩とUBのどちらの圧迫時にも大腿部で有意に発汗が増加し（15～55%）、圧による発汗抑制効果に対する代償性の発汗促進と考えられる。また、腰圧迫時には、顔面部、頭部周辺の発汗増加傾向が示され、男性の和服着装時の帯締めでは、顔面部の発汗増加が生じる可能性が示された。

●キーワード：衣服圧（clothing pressure）／圧-発汗反射（hemihidrotic reflex）／温熱性発汗（thermal sweating）

### 1. はじめに

発汗は暑熱下における重要な体温調節反応の一つであるが、顔や頭の汗は不快に感じられ、化粧崩れの点からも嫌がられることが多い。“京都の舞妓さんが胸高にきつく締める帯で顔の汗を抑えている”という通説がある。これは圧による発汗抑制、即ち皮膚圧-発汗反射によるものと考えられる。皮膚圧-発汗反射については、高木ら<sup>1)</sup>により明らかにされた後、小川ら<sup>2)3)</sup>の一連の研究によって、その機構が解明されてきた。しかし、これら従来の研究における圧迫は、その多くが棒やクリップを用いた“点”での刺激であり、衣服のような“線”もしくは“面”での圧迫による検討例は少ない。著者らはこれまで、座位時に生じる座面への圧迫が、下半身の発汗量を-30%～+70%も増減させると報告した<sup>4)</sup>。本研究では、体幹部を周囲から締めるベルトの衣服圧により、顔面や頭部周囲の発汗がどの程度抑制されるか、帯を模擬した圧迫位置を3ヶ所設定し検討を行うことで、“舞妓さんの帯による顔の発汗抑制”の実証を試みた。

### 2. 方法

#### (1) 実験方法

被験者は平均年齢21.6±0.5歳の健康な若年女性5名（身長159.0±4.0cm、体重50.2±5.0kg、BMI19.8±1.3）で、実験への参加は卵胞期に限定した。圧迫部位は、腋窩（後腋窩点高）・アンダーバスト（以下UB、第5、6肋間近傍）・腰（腸棘点高）、それぞれを通る水平帯とし（図1）、予め、衣服圧を約5.0kPaになるよう、各被験者において圧迫ベルト（テトロン100%、幅3.0cm）の長さを調節した。この5.0kPaとは、痛みを伴わずに皮膚圧-発汗反射を誘起し得る強度と報告されている<sup>2)5)</sup>。ベルト調節の際は、腋窩・UB・腰の各水平

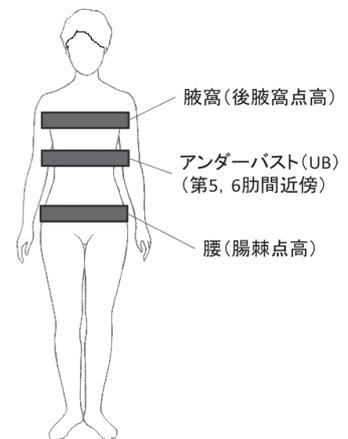


図1 圧迫部位

帯と、乳頭線・脇線・肩甲線の交点に衣服圧センサ（AMI3037-2、株式会社エイエムアイ・テクノ）を装着

し、3ヶ所の平均値を約 5.0kPa にすべく計測と調節を行った。

実験は、環境条件  $35 \pm 0.5^\circ\text{C} \cdot 50 \pm 1.0\% \text{RH}$  に設定した人工気候室にて行った。被験者の着衣条件は、綿 100% の T シャツとショートパンツとし、身体圧迫のないゆとりのあるものを着用させた。測定項目は、局所発汗量 (SKN-2000, 株式会社スキノス)、皮膚温 (銅-コンスタンタン熱電対及びデータロガー AM-7052, 株式会社エイエムアイ・テクノ)、直腸温 (サーミスタ温度計及び LT-8, グラム株式会社) で、測定部位は、局所発汗量が前額、

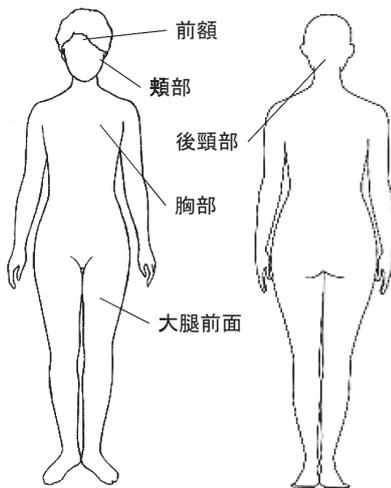


図 2 発汗量計測部位

- ①被験者は人工気候室に入室し、各センサの装着を行う。
- ② 30 分間の安静後、計測を開始し、10 分間椅座位安静を保つ。
- ③ベルトを装着し、圧迫部位をベルトで10分間圧迫する。
- ④ベルトを取り外し、10分間椅座位安静を保つ。
- ⑤計測を終了する。

計測前安静 30 分間、計測 30 分間、計 60 分間で実験を終了し、圧迫位置 3ヶ所全てについて同様に実施した。日内リズムによるデータへの影響を避けるため、実験は一日一回のみとし、被験者各々が同じ時間帯で実験に参加することとした。計測中は読書により精神的安定をかけた。また、実験開始 2 時間前から飲食厳禁とした。

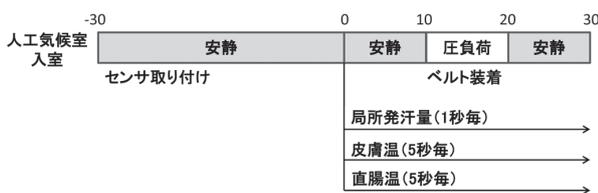


図 3 実験手順

## (2) 統計的手法

圧迫時と非圧迫時の発汗量について、paired t-test による比較を行った。

## (3) 倫理的配慮

実験実施にあたっては、被験者に研究の趣旨、研究協力への任意性等を十分説明し、同意を得て実施した。

## 3. 結果

図 4 に腋窩圧迫時の発汗量経時変化例を示す。圧迫に伴い、発汗量の変化 (増加または減少) が見られたが、そのほとんどは圧迫直後から反応が始まり、圧迫をやめた直後もしくは数分以内に元のレベルに回復した。

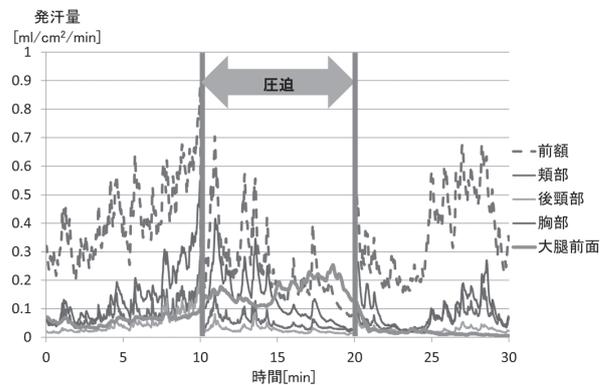


図 4 腋窩圧迫時の局所発汗量経時変化例 (被験者 D)

各被験者における圧迫の効果を検討するため、非圧迫時の発汗量平均値 (圧迫前 10 分間, SWc) と、圧迫時 10 分間の発汗量平均値 (SWp) を算出し、有意差検定を行う (図 5) と共に、非圧迫時 (SWc) を対照値とする圧迫時発汗量変化分 ( $\Delta \text{SWp}$ ), すなわち変化率 ( $\Delta \text{SWp} / \text{SWc} \times 100$ ) を算出し、検討した。

その結果、腋窩圧迫時の前額、頬部、後頸部で、圧迫に伴う有意な発汗減少 ( $p < 0.05$ ), すなわち発汗抑制効果が見られた。その変化率の平均値は、前額 24.8%, 頬部 32.0%, 後頸部 35.7% であった。胸部においても、平均 46.6% の発汗減少が示されたが、有意ではなかった。大腿部では有意な発汗増加が見られ ( $p < 0.01$ ), その変化率は平均 56.3% であった。

UB 圧迫時には、頬部において有意な発汗抑制が示され ( $p < 0.05$ ), 平均 10.5% の変化率であった。後頸部と胸部でも、それぞれ 14.2%, 13.2% の発汗減少が示されたが、有意ではなかった。大腿部では発汗増加が見られ、その変化率は平均 15.9% で統計的有意差を得た ( $p < 0.01$ ). 前額では、発汗減少・増加共に見られ、圧迫効果の共通

する方向性は示されなかった。

腰圧迫時には、前額 15.8%，頬部 32.1%，後頸部 24.2%，胸部 31.2%の発汗増加が見られたが、有意差は示されなかった。

体幹部への圧迫の効果は、UBと腰圧迫時に比し、腋窩圧迫時に大である傾向が示された。

また、平均皮膚温と直腸温について検討した結果、皮膚圧迫に伴う変化は認められず、全被験者の平均値は平均皮膚温  $34.88 \pm 0.33^{\circ}\text{C}$ 、直腸温  $36.99 \pm 0.52^{\circ}\text{C}$ であった。

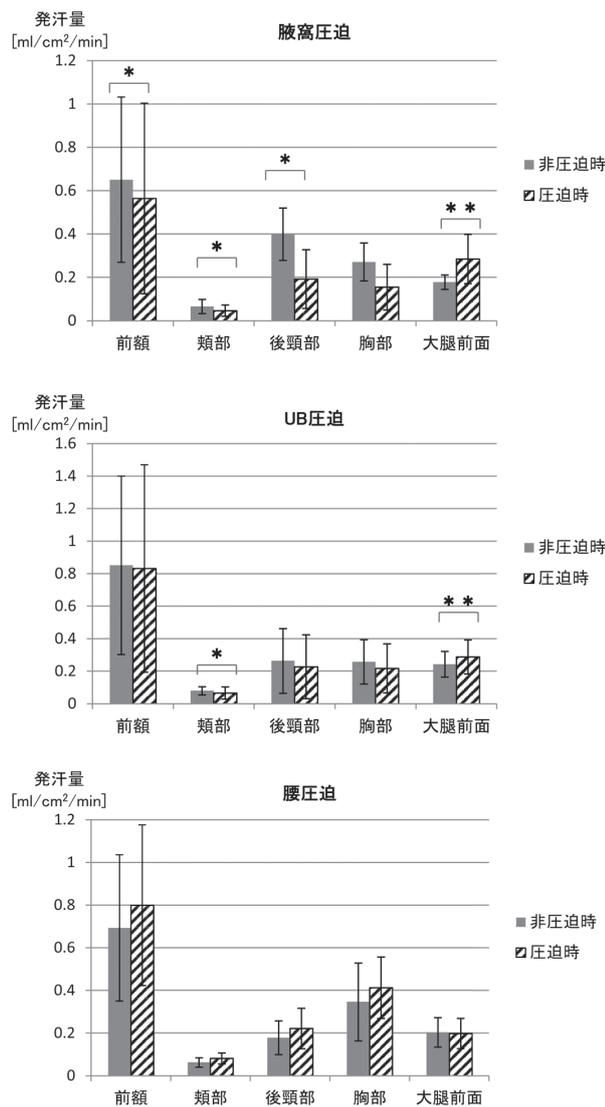


図5 腋窩(上)、UB(中)、腰(下)圧迫時と、非圧迫時の局所発汗量平均値比較。 \*: $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

#### 4. 考察

インターネットやTV等における、健康に関する知識、生活に役立つ情報の一つとして、“舞妓さんの胸高

な帯(図6)による顔の汗抑制”は広く知られている。これが、皮膚圧-発汗反射の原理によることも、いくらか認識されていると考えられる。皮膚圧-発汗反射については、小川ら一門によりその機構が解明され、皮膚圧により生じた知覚神経衝撃が、脊髄分節レベルで発汗遠心路に干渉し、区域的発汗抑制をもたらすと解釈されている<sup>3)</sup>。ただし、彼らの負荷した圧は、“直径3cmの底面をもつプラスチック棒”や“幅4cm、圧力2kgの目玉クリップ”、“50cmの円錐台のゴム片”<sup>6)</sup>などで、衣服やその付属品等、日常、身につけるものは用いられなかった。



図6 京都の舞妓さん(左)と芸妓さん(右)の帯位置の違い(著者撮影)

身体へ装着するものの圧と発汗との関係性については、水着着用時に大腿部の局所発汗量が減少するという報告<sup>7)</sup>や、航空機操縦者用耐G服装着時に、耐G服で圧迫された大腿部で発汗が低下、圧迫のない胸部で増加するという報告<sup>8)</sup>等があるが、いずれも顔面の発汗抑制に焦点をあてたものではなかった。

そこで本研究では、顔や頭の周辺部位における汗に着目すると共に、体幹部への圧迫箇所を、女性の帯、男性の帯(角帯)、そして舞妓の帯を想定し、それらが影響するであろうUB、腰、腋窩の3ヶ所を設定、検討を行った。

その結果、腋窩圧迫時に前額、頬部、後頸部で、UB圧迫時に頬部で有意に発汗が減少、どちらも大腿部で有意に発汗が増加し、前者は圧による発汗抑制効果、後者はその抑制効果に対する代償性の発汗促進と考えられる。また、統計的有意差は得られなかったものの、腋窩圧迫時の胸部、UB圧迫時の後頸部、胸部においても、発汗抑制傾向が示され、腋窩からUBにかけての体幹部への圧迫が、顔面部や頭部周辺における汗を抑える効果のあることが明らかとなった。

圧迫による発汗増減の個人差は大きかったが、圧迫部

位3ヶ所中、腋窩圧迫時に最も大きな発汗抑制効果とその代償性促進効果が示された。これは、“京都の舞妓さんが胸高にきつく締める帯で顔の汗を抑えている”という通説を裏付けるものと考えられる。

さらに、腰圧迫時の前額、頬部、後頸部、胸部における発汗増加傾向は、“加圧部位を下方へ移すにつれ、発汗抑制区域が身体下部へ移動”<sup>3)</sup>した結果起こった、代償性発汗促進と考えられる。腰の高さでの男性の帯締めが、顔面部、頭部周辺の発汗増加を招く可能性が示され、“舞妓さんの顔の汗抑制”とは反対に、男性の和服着装時の注意事項となるであろう。

平均皮膚温及び直腸温について、皮膚圧迫に伴う変化は認められず、Ogawaらの“皮膚圧は、体温調節中枢よりも低位の中枢機構に働き、発汗神経衝撃に影響し得るが、直接影響するのではない”との説<sup>2)</sup>を確認する結果となった。

体幹部への圧迫は、本論文で模擬した和服の帯のみならず、現代の衣生活において、ベルト、締め付けるインナー、加圧スポーツウェアなど、日常的に様々な強度で身体は圧迫負荷を受けており、その影響は、姿勢・動作・生理心理反応等、多岐にわたる<sup>9-12)</sup>。本研究では局所の発汗抑制に焦点を当てたが、今後、さらに広く衣服圧の功罪を検討すべきであろう。

## 5. 結言

圧迫ベルトで腋窩・UB・腰の3ヶ所に約5.0kPaの衣服圧をかけ、発汗反応を観察したところ、腋窩とUBにおける体幹部圧迫が、顔面部や頭部周辺の汗を抑える効果のあることが明らかとなった。特に、腋窩圧迫時に大きな発汗抑制効果とその代償性発汗促進効果が示され、“舞妓さんの胸高な帯による顔の汗抑制”という通説が裏付けられた。腰圧迫時には、顔面部、頭部周辺の発汗増加傾向が示され、男性の和服着装時の帯締めが、顔面部の発汗増加を招く可能性が示された。

## 謝辞

実験にご協力いただきました被験者の皆様へ感謝致します。

## 文献

- 1) Takagi, K.; Sakurai, T. A sweat reflex due to pressure on the body surface. *Jpn. J. Physiol.*, 1, 22-28, 1950
- 2) Ogawa, T.; Asayama, M.; Ito, M.; Yoshida, K. Significance of skin pressure in body heat balance. *Jpn. J. Physiol.*, 29, 805-816, 1979
- 3) 小川徳雄, 朝山正巳, 伊藤嘉紀, 皮膚圧及びハリによる区域的発汗抑制. *自律神経*, 18(5), 246-253, 1981
- 4) 佐藤真理子, 西岡詩織, 田村照子. 下半身の発汗反応に関する研究—分布と姿勢による変化—, *日本家政学会誌*, 62(6), 381-385, 2011
- 5) Tadaki, E.; Kumazawa, T.; Mizumura, K. and Takagi, K. Hemihidrosis due to skin pressure with particular remarks on the intensity and area of the pressure stimuli. *Jpn. J. Physiol.*, 31, 259-267, 1981
- 6) 宮側敏明, 小川徳雄, 朝山正巳. 皮膚圧迫による発汗抑制効果に対する高度温熱負荷の影響, *日生氣誌*, 21(1), 21-28, 1984
- 7) MARUTA, N.; TOKURA, H. Effects of Skin Pressure by Swimsuit on Local Sweat Rate, Respiratory Frequency, Heart Rate and Clothing Feeling on Sedentary Women at an Ambient Temperature of 35°, *日本家政学会誌*, 39, 607-611, 1988
- 8) 尾崎博和, 武井英理子, 野見山武徳, 中田安彦, G負荷中の発汗反応と圧迫服の影響, *日本生理人類学会誌*, 10, 88-89, 2005
- 9) 伊豆南緒美, 佐藤真理子, 体幹部圧迫が姿勢と動作に及ぼす影響, *繊維学会予稿集*, 72(1), 1D11, 2017
- 10) 荒井美緒, 佐藤真理子, 体幹部圧迫時の生理反応に及ぼすアルコール摂取の影響, *繊維学会予稿集*, 72(1), 1P144, 2017
- 11) 佐藤真理子, 田村照子, 和服着装における帯位置が重心動揺, 筋電図, 唾液アミラーゼ活性に及ぼす影響—姿勢と伝統的所作に着目して—, *繊維学会誌*, 70(6), 126-135, 2014
- 12) 佐藤真理子, 足立麻衣子, 田村照子, 体幹部への圧迫が唾液アミラーゼ活性に及ぼす影響, *日本繊維製品消費科学会年次大会研究発表要旨*, pp123, 2011