

人間－生活環境系学会奨励賞を受賞して

傳法谷 郁乃*

Receiving the “Human Environment System Encouragement Award”

Ayano DEMPOYA*

1. はじめに

2015年10月、人間－生活環境系学会奨励賞受賞の機会を得た。奨励賞は、著者が被服環境学専攻時に取り組んだ研究の一部をまとめ、英文誌「Journal of the Human-Environment System」に掲載された論文“The Effect of Local Pressure to the Knees on the Physiological and Psychological Responses of the Human Body”に対して授与されたものである。

人間－生活環境系学会は、人間と生活環境に関連する研究を「人間－生活環境系」として体系化を図ろうとして設立された学会で、健康で快適な生活環境を実現させ、人々の生活の質を向上させることを目的として、人間工学、建築、自動車、生理、心理、衛生など多岐にわたる専門分野の研究が集い、学際的な活動が行われている。被服の分野もそのうちの一つに含まれ、健康で快適な衣生活を形成するため、被服材料工学、皮膚衛生学、人間工学、生理学、心理学など多方面から複合的な研究が行われ、衣服の熱的快適性、動作性、着心地の向上を目指して研究が積み重ねられている。

近年では、夏場の吸汗速乾性素材や冬場の吸湿発熱性素材の衣服、身体を加圧することによる身体機能向上をうたうコンプレッションウェア、着用することで人の生理反応情報を得られるスマートテキスタイル、衣服設計のための3DCAD シミュレーション開発などが話題であるが、筆者はコンプレッションウェアに関する基礎研究を生理・心理反応を指標として取り組んだ。

受賞した論文¹⁾は、膝への加圧強度の違いが立位・運動時における下肢の血流動態、特に、筋組織血液酸素動態、皮膚血流量、皮膚温および圧迫感・むくみ感に及ぼす影響について検討したものであり、本稿では著者の研究背景および研究論文の概要を紹介する。

2. 研究背景

衣服を着用することによって身体に加わる圧力を衣服圧という。衣服圧は、衣服重量や周囲からの締め付けで発生するフープテンション、運動に伴う皮膚や衣服素材の変形が発生要因となる。過度な衣服圧は、内臓変形や血流障害を生じさせ、人体に悪影響となり、その一方、適度な衣服圧は、運動時の皮下脂肪の振動抑制や下肢に貯留する静脈還流量の増加に有用とされている。衣服の圧力設計をする際には、必ず功罪が伴うため、衣服圧の身体への影響を適切に評価して取り扱う必要がある。

近年、弾性ストッキングやサポーターなど、衣服圧による身体機能向上を期待する衣服が市場に出回っているが、2011年、国民生活センターは、加圧衣服着用による血流・神経障害、皮膚障害などの苦情件数が増加していることを報告した²⁾。これを受けて、20代女性12名を対象に衣服圧を利用した衣料品計23種の下肢衣服圧分布を測定し、パッケージに表記されている衣服圧値と比較した³⁾。その結果、着用時にかかる圧力の方がパッケージの表記より高くなる傾向が示され、中には10hPaほど値が高い衣料品も存在し、必ずしも正しく設計がなされていないことが示された。

実測した衣服圧値をもとに、下肢への衣服圧の影響をこれまで検討がなされていなかった近赤外分光法（Near infrared spectroscopy: NIRS）による下肢筋組織内の血液酸素動態の一つの指標として導入し、被験者実験を始めた。近赤外分光法とは、非侵襲的な成分測定方法で、血中ヘモグロビンに反応する近赤外線を皮膚に照射し、生体内で吸収された度合いを受光量の変化から求める。表在より深部にあたる筋や脳内の血中に含まれるヘモグロビンの酸素量を測定するのに用いられ、測定対象中の組織酸素化血液量（OxyHb）、組織脱酸素化血液量（DeoxyHb）、OxyHbとDeoxyHbを足した組織全血液量（TotalHb）と、TotalHbに対するOxyHbの比率で示される組織酸素飽和度（StO₂）が得られる。このStO₂は血液中に酸素が多いかどうかを示す指標であり、疲労や血液循環の低下でStO₂は低下する。筆者らは、仰臥位時において血圧計用カフによる下肢への加圧強度の増加で腓腹筋内のDeoxyHbおよびTotalHbの増加、StO₂の有意な低下を確認し、腓腹筋内における下肢への血液貯留および静脈還流量の低下を示唆した結果を得ており⁴⁾、同様に立位および運動時の筋組織血液酸素動態を比較できるものと考えた。

3. 立位・運動時の膝への加圧強度が生理・心理反応に及ぼす影響

3.1. 方法

健康な成人女性8名を対象に、十分に仰臥位を保持したのち座位10分を保たせ立位姿勢に移行し、血圧計用カフを両膝に巻き膝を加圧した。その後、立位20分間（立位1）、踏み台昇降運動20分間（運動）、立位10分間（立位2）の実験を実施した。カフによる膝への加圧強度は0、10、20、30、40mmHg（0.0、13.3、26.7、40.0、53.3hPa）の5条件とした。測定項目は、図1に示す、右腓腹筋内側部の筋組織血液酸素動態、下肢の皮膚血流量および皮膚温で、官能評価として圧迫感（5段階）とむくみ感（4段階）を10分間隔で申告させた。

*助教 建築学科

Assistant Professor, Dept. of Architecture

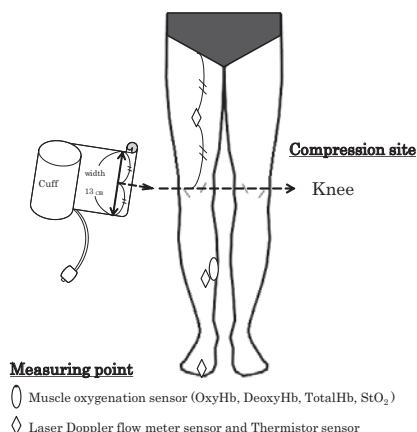


図1 測定項目

3.2. 結果及び考察

まず立位・運動の違いとして、運動前後の立位保持は、腓腹筋 DeoxyHb を有意に増加させ、下肢の静水圧の変化により下肢への静脈血貯留が生じていること、また、運動時は、立位時に増加した DeoxyHb を有意に減少させたことから、筋ポンプ作用が働き、静脈還流量は増加したと考えられ、その結果、StO₂が立位時に低下し、運動時に上昇することを確認した。

膝への加圧強度が筋組織血液酸素動態へ及ぼす影響については、運動後の立位2において、膝を40mmHgで加圧すると DeoxyHb が有意に増加し、StO₂が有意に低下した（図2）。DeoxyHb が15mmHgの膝加圧で有意に増加した仰臥位⁴⁾と比較すると、仰臥位の方が加圧強度の影響が大きいといえる。下肢の皮膚血流量および皮膚温は、20mmHg以上の加圧で低下する傾向を示したことから、深部に位置する筋組織血液酸素動態より表在部に加圧強度の影響は大きいことが推察される。圧迫感については、加圧強度の増加に伴い有意に圧迫感も増加し、むくみ感は10mmHgで減少傾向が示された（図3）。

これらの結果から、40mmHg以上の膝加圧で筋組織血液酸素動態に影響を及ぼし、20mmHg以上で表在部の皮膚血流量および皮膚温の低下を引き起こし、不快感を生じさせる。その一方で、軽度な10mmHg程度の膝加圧はむくみ感を軽減させ、快適性に寄与することが示唆された。

下肢に着用する衣服の圧力設計をする際、夜用・日常用は、特に加圧強度に十分配慮しなければならない。また、膝サポーターなど面ファスナーを使用している製品は、着用者自身が身体にかかる加圧強度を決定することとなる。着用者本人が無意識的に膝へ過度

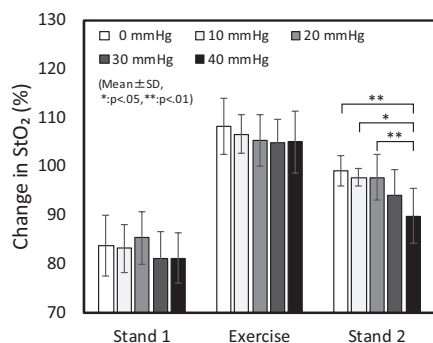


図2 加圧強度が腓腹筋酸素飽和度に及ぼす影響

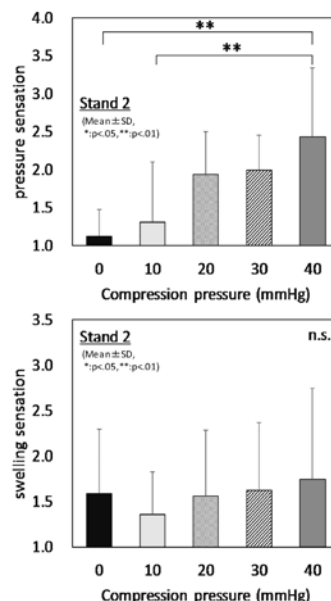


図3 運動後の立位における圧迫感とむくみ感

な圧力をかけ、着用者の生理反応に悪影響を及ぼしている可能性が考えられる。

4. おわりに

以上、膝への加圧強度の違いが下肢の血流動態および圧迫感・むくみ感に及ぼす影響について概要を説明した。衣服圧が身体へ及ぼす影響については、素材特性、加圧部位・面積・強度、体型、など様々な要因があり、限界圧や適正圧を明確化するまでに至っておらず、更なる基礎データの蓄積が求められる。また、衣服圧で生じる生理・心理現象のメカニズムを明らかにし、健康性・快適性を考慮した衣服圧設計シミュレーションシステムの開発が望まれる。

本研究においてご指導・ご協力くださいました多くの方々に深く御礼申し上げます。また、本稿には建築学に関する内容は一切含まれないものでありますが、建築学という新たな分野に導いてくださった神奈川大学教授 岩本静男先生、ならびに工学部の先生方に心より御礼申し上げます。今後ともご指導ご鞭撻のほど何卒よろしくお願い申し上げます。

参考文献

- [1] A. Dempoya, T. Tamura, T. Koshiba, The Effect of Local Pressure to the Knees on the Physiological and Psychological Responses of the Human Body, Journal of the Human-Environment System, 18 (2), 43-51 (2016).
- [2] 独立行政法人国民生活センター, 加圧を利用したスパッツの使い方に注意! (2011.4)
http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20110408_1.pdf (2015.11.22閲覧).
- [3] 傳法谷郁乃, 田村照子, 小柴朋子, ソフトボディマネキンによる下肢衣料品の衣服圧評価, 2015年度繊維製品消費科学会年次大会, 26 (2015.6).
- [4] 傳法谷郁乃, 小柴朋子, 田村照子, 仰臥位における下肢の部位別圧迫が腓腹筋血流動態に及ぼす影響, 繊維製品消費科学会誌, 56(4), 356-365 (2015).