

車いす用エアクッションの除湿効果向上の研究

Research of the dehumidification effect improvement of the air cushion for wheelchairs

上原健弘 (立命館大学)

手嶋教之 (立命館大学)

高橋洋子 (立命館大学)

Takehiro Uehara, Ritsumeikan University

Noriyuki Tejima, Ritsumeikan University

Yoko Takahashi, Ritsumeikan University

Abstract: The most important feature of wheelchair cushion is to distribute the pressure. According to the previous studies, the ROHO has the best distributive ability, which is most popularly used in the world. However, the ROHO cushion has less ability of dehumidification, which causes discomfort of users especially in the summer. Purpose of the research is to develop new cushion with both good distributive ability of the pressure and good dehumidification. We proposed new cushion which are composed of the ROHO cushion and Asahi Kasei Corporation's Cubit, which has very high breathability, as a material which is combined with ROHO cushion. We made three sorts of cushions and experimentally evaluated their distributive ability.

Key Words: ROHO cushion, Cubit, dehumidification

1. はじめに

多くの場合において、車いすユーザーは1日の大半を車いす上で過ごすことになる。その際、クッションを使用して正しいシーティングを行わない場合、褥瘡など2次的障害を引き起こす可能性が高くなる。良いシーティングとは、圧力が分散され坐骨など1点に圧力が集中しすぎず、かつ安定感を保った座り方である。また、通気性が良く長時間座っていて蒸れを引き起こさないことも、快適なシーティングに必要な不可欠である。しかし、既存の製品において、圧力分散能力、安定感、除湿性能を満たすクッションは存在しない。そのため、ユーザーはクッションの機能に優先順位をつけることで、自分のシーティングに必要な条件を満たすクッションを選ぶ必要がある。

本研究の目的は圧力分散能力と通気性の両方を満たすクッションを提案することである。クッションが満たすべき最も重要な要素は圧力分散能力である。ROHO クッションの圧力分散能は他のクッションと比べ、実用的である。しかし、ROHO クッションは除湿性能が極めて悪い。したがって、ROHO クッションは除湿性能を向上させる必要がある。そこで、ROHO クッションの基本構造を利用して圧力分散能力を損なわないような除湿効果改善を目的としたクッションを考案した。本研究では、クッションの性能を評価するために、圧力測定実験と湿度測定実験を行った。

2. 提案した車いす用クッション

2-1 3次元立体編物

ROHO クッションは素材がゴムであるために、通気性が非常に悪い。そのため、通気性を改善させる必要がある。しかし、直接 ROHO クッションを改造して通気性を改善することは難しい。そこで、ROHO クッションに通気性の良い素材を取り付けたクッションを作成した。ROHO クッションに取り付ける素材には、旭化成せんい(株)製の Cubit を使用した。Cubit は体圧分散能力があるとされている3次元立体編物である⁽¹⁾。それにより、座圧で完全に潰れることなく通気性を持たせられると考え、この素材を選んだ。また、Cubit には、複数の種類があり、厚さ、縫い方、体圧分散力、通気性がそれぞれ異なる。

2-2 作成したクッションの構成

2-2-1 クッション A-1

3次元立体編物で上面と側面から ROHO クッションそれぞれのセルを包み込むようにして、その上からストッキングをかぶせ、輪ゴムで固定した (Fig.1,2)。各セルに3次元立体編物を個別に取り付けることによって、ROHO クッションの特性を利用でき、圧力分散性能の低下がないと考えた。また、3次元立体編物を取り付けたセルは最前列全てと2列目から7列目までは両端を除いた全てである。最後列だけは全てそのままの状態とした。このように3次元立体編物を取り付けたセルと取り付けないセルに分けた理由は、3次元立体編物を取り付けることでセルが肥大化し、付属のカバーが入らなくなってしまうからである。そのため、座位時に圧力が多くかかる部位に限定して、3次元立体編物を取り付けた。

ROHO クッションはセル個数 8×8 でセルの高さが 10 cm のものを使用した。使用した Cubit-AKE65710 は厚さ 10 mm である。縫い方は六角形を形成しており表裏に違いはない。ROHO クッションに取り付ける前の3次元立体編物を Fig.3 に示す。また Fig.1 では、作成したクッションが分かり易いようにカバーを外しているが、実際にはカバーを付けて使用した。



Fig.1 The cushion A-1



Fig.2 Cell of cushion A-1

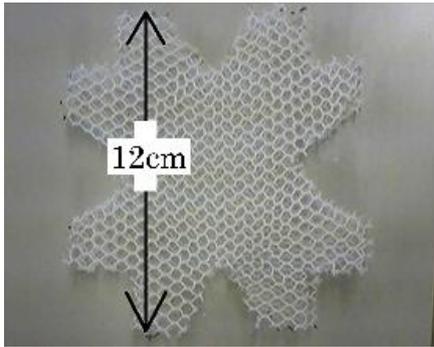


Fig.3 Cubit-AKE65710

2-2-2 クッション A-2

ROHO クッションの上に、Cubit-AKE65710 を 38×38cm に切り取って乗せた (Fig.4)。ROHO クッションはクッション A-1 で使用したものと同じものを使用した。クッション A-1 と同様に写真ではカバーを外しているが、実際に使用する時カバーは付けた。



Fig.4 Cushion A-2

2-2-3 クッション B

基本構造はクッション A-1 と同じであるが、厚さはクッション A-1 の半分以下の 4.0 mm のものを使用した。クッション B に使用した Cubit-AKE64140 (Fig.5) はクッション A-1 とクッション A-2 に使用している Cubit-AKE65710 と異なり、表裏で縫い方が異なる。表面の方が裏面より変形しやすかった。セルの変形は外側の方が大きいと考え、セルの外側に表面を向けた。Fig.5 は左が裏、右が表を表している。ROHO クッションはクッション A-1、クッション A-2 で使用したものと同じものを使用した。Cubit の種類による違いがあるかどうかを検証するために作成したクッションである。



Fig.5 Cubit-AKE64140

3. 提案したクッションの座面の圧力測定実験

3-1 実験目的

予備実験として、ROHO クッション、クッション A-1、クッション A-2 に座った際の坐骨下部の圧力値を簡易式体圧測定器 PREDIA (Molten) を使用して計測したところ、それぞれのクッションに大きな違いはないことが確認できた。しかし坐骨下部のみでの圧力計測では、圧力分散能力の検証は難しいと考え、座面全体の圧力を測定することにした。

本実験の目的は、ROHO クッションの圧力分散能力を目標値と考え、提案したクッション A-1、クッション A-2、クッション B の圧力分散能力がどのくらい ROHO クッションの圧力分散能力に近い値かを検証することである。また、予備実験以降に新たに作成したクッション B とクッション A-1 にどのような違いが表れるか確認することも本実験の目的である。

3-2 実験装置

X-sensor (X-sensor Technology Corporation) を使用して計測を行った。センサについて仕様を Table 1 に示す。

Table 1 X-sensor has detection capability

Pressure range of detection [mmHg]	10~220
Pressure detection accuracy [%]	±10

3-3 実験方法

本実験では健康成人男性 1 名 (20 代, 85kg) を対象として、座面全体にかかる圧力の計測を行った。1 つのクッションにつき、1 回、0 分と 30 分に計測した。本実験に使用したクッションは ROHO クッション、クッション A-1、クッション A-2、クッション B、それとクッションなしで計測を行った。

まず、クッションの空気圧の調整を行った。ROHO クッションは空気を入れた状態にして、坐骨の下に指を入れ、指が底面に触れる直前まで空気を抜く調節を行った。クッション A-1、クッション A-2、クッション B には空気量の基準がないため、少しずつ空気を抜きながら、圧力センサを使用して坐骨下部の圧力値が最も低くなるよう設定した。車いすは計測するそれぞれのクッションを置いた状態で、90 度座りができるように調節した。普通はフットレストの高さを調節するのだが、フットレストの調整だけでは 90 度座りが行えない場合は、台などを利用して 90 度座りが行えるようにした。また、ズボンは一重で伸縮性の高いものを使用した。体重移動はしないように意識し、実験開始時の座位姿勢を実験終了まで保つようにした。

3-4 実験結果

各クッションの座位姿勢を 30 分保った時の圧力分布図を Fig.6~10 に、各クッションの圧力の最大値を Table 2 に示す。

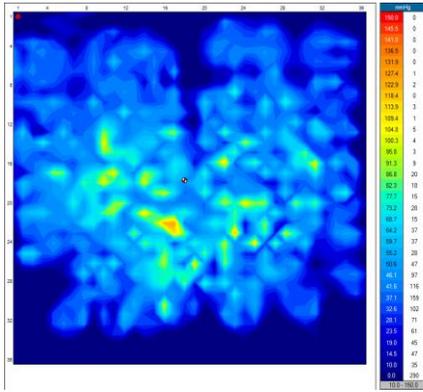


Fig.6 ROHO cushion

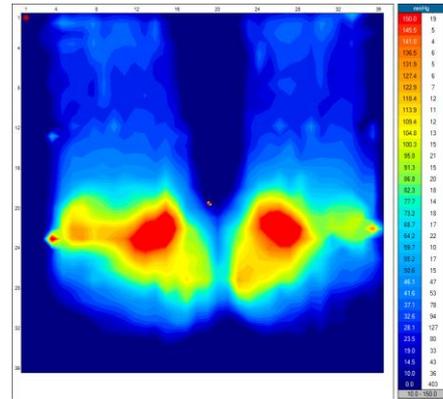


Fig.10 No Cushion

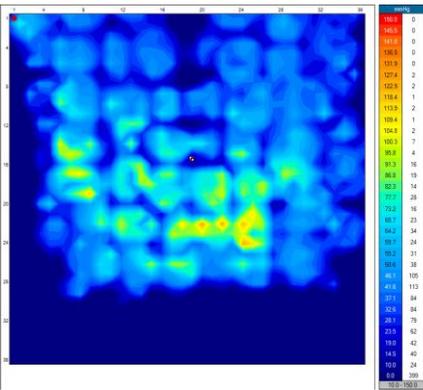


Fig.7 Cushion A-1

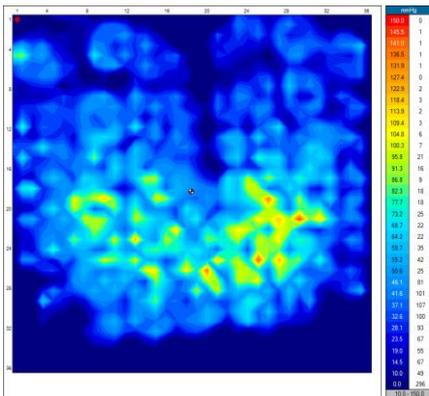


Fig.8 Cushion B

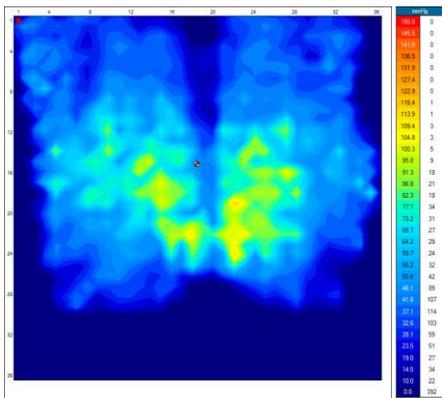


Fig.9 Cushion A-2

Table 2 Maximum pressure

ROHO Cushion	129 [mmHg]
Cushion A-1	129 [mmHg]
Cushion B	149 [mmHg]
Cushion A-2	121 [mmHg]
No Cushion	219 [mmHg]

3-5 考察

クッション A-1 は ROHO クッションと比較して、セル毎に圧力がかかることが明確に見える。最大圧力値と圧力分散図から、クッション A-1 は ROHO クッションとほぼ同等の圧力分散能力を持っていることが確認できた。

クッション B は一番 ROHO クッションに似た形をしているが、Table2 から ROHO クッションに比べて、極所的に大きな圧力がかかっていることがわかる。これは ROHO クッションに取り付けた 3 次元立体編物が堅かったことが原因だと考える。

クッション A-2 は坐骨付近に広く緩やかな圧力がかかっていることがわかる。特別大きな圧力がかかっている部位は少ないが、Fig.10 の形に近い。このことから圧力分散性能は ROHO クッション同様高いが、ROHO クッションの圧力分散性能を十分に利用できているとは評価できない。Table 2 では最も圧力値が低いですが、センサの誤差範囲であるため、最大圧力値は ROHO クッション、クッション A-1 と変わらないと考える。

また、結果には示していないが、座位開始直後と座位 30 分経過後を比較したとき、クッション A-2 は開始直後の方が、坐骨下部付近の圧力が低く、分散されていた。よって、クッション A-2 は長時間使用した場合坐骨下部付近の圧力が高くなると考える。逆に、クッション A-1、クッション B は時間経過の変化も少なかった。ROHO クッションの特徴に、長時間使用しても圧力分散能力の低下が少ないことが挙げられる。このことから、クッション A-1 とクッション B は ROHO クッションの特徴を利用できているが、クッション A-2 は ROHO クッションの特徴を利用できていないと考える。

4. クッションの除湿性能評価実験

4-1 実験目的

予備実験として、冬季にクッション A-1、クッション A-2 のクッションに座った際の湿度を計測したところ、ROHO クッションと比較して湿度が低くなり、蒸れない傾向が確認できた。しかし、実際に蒸れが問題となるのは高温多湿の夏季である。そのため、実験時期は夏季とした。本実験の目的は座面の湿度を計測することであり、夏季における除湿性能を評価することである。また、クッション B とクッション A-1 の除湿効果の違いについて検討する。

4-2 実験装置

ネットワーク型温湿度計 TRH-7X (神栄株式会社) を使用した。この温湿度計の仕様を Table 3 に示す。

Table 3 TRH-7X has detection capability

The range of detection of temperature [°C]	-20.0~+80.0
Temperature detection accuracy [°C]	±0.3
Humidity range of detection [%rh]	10.0~95.0
Humidity detection accuracy [%rh]	±1.5

4-3 実験方法

健康男性 1 名 (20 代) を対象に 2011 年 6 月 28 日~9 月 1 日に実験を行った。計測時間は 120 分として、開始時間を含め 10 分おきに座面の湿度を計測した。まず、車いすの上にクッションを置き、クッションの空気圧の調整を行った。このときクッションは十分に乾燥していることを手で触って確認した。センサ 2 つは左右の坐骨下部に配置し、1 つは室内の温湿度管理用に使用した。室内の温度は 24.7±0.7°C、湿度は 60±5% を保った。湿度条件は 2010 年、梅雨時期、東京の日中の平均湿度を基に決定した。実験中に温度か湿度片方でも条件から外れた場合は、その計測データを除外した。実験前の運動や実験中の会話など自律神経を活性化させる可能性のある行動は避けた。また、実験は全て食後一時間後に開始した。先行研究から、同一温湿度条件、同一のクッションにおいて、温度、湿度はばらつくことが報告されている。そのため、1 つのクッションにつき、実験を繰り返し行った。ROHO クッションとクッション A-2 はそれぞれ 6 回、クッション A-1 は 8 回、クッション B は 4 回計測を行った。回数が異なる理由は条件から外れたために除外した計測があったからである。車いすと実験に使用するズボンは全ての実験で同一のものを使用した。ズボンの素材はポリエステル 75%、綿 25% であった。

4-4 実験結果

それぞれのクッションの実験結果から左右の坐骨下部の湿度の平均を出し、さらに各クッションが行った実験の平均値を Fig.11 に示す。また、各クッションの 10 分と 120 分のときの標準偏差を Table 4 に示す。

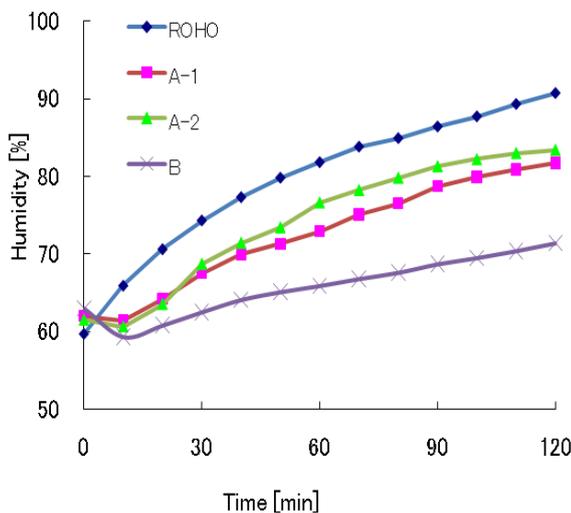


Fig.11 Humidity change of a cushion bearing surface

Table.4 Standard deviation of humidity

Time [min]	ROHO [%]	A-1 [%]	A-2 [%]	B [%]
10	2.2	4.1	3.8	2.1
120	4.0	8.7	7.1	0.7

4-5 考察

Fig.11 から、0 分を除く全ての計測で、作成したクッション全てが ROHO クッションよりも湿度を低く抑えることが出来た。

ROHO クッションは開始 10 分で湿度が上がっているのに対し、作成したクッションは一度湿度が下がって後に上昇している。これらは三次元立体編物が通気性を良くして湿気が座面から逃げたためだと考える。クッション A-1 とクッション A-2 は同じような傾向を示した。除湿の効果は同程度と考える。クッション A-1 は Cubit でセルを立体的に覆っていることからクッション A-2 より除湿効果が高いのではないかと考えていたが、同程度の結果が出た事から除湿の観点で ROHO クッションの側面にある三次元立体編物にほとんど効果はないと考えている。

クッション A-1 は 10 mm の三次元立体編物を使用しているが、クッション B は 4.0 mm の三次元立体編物を使用している。そのため三次元立体編物の厚さから考えると、クッション A-1 の方が通気性が良く、クッション B より湿度を抑えることができるように考えていたが、クッション B の方が湿度の値が低かった。クッション B は他のクッションに比べて計測データが少なかったため、湿度の値が偏った可能性もあるが、他のクッションと比較して極端に標準偏差が小さいことから、実験方法に問題があったと考えている。この原因については実験方法を再検討したが明らかになっていない。

5. まとめ・考察

クッション A-1 とクッション A-2 は、除湿効果は同程度だといえる。しかしクッション A-1 とクッション A-2 では圧力分散がより均等になっているのはクッション A-1 であること、さらにクッション A-2 はその後も坐骨付近の圧力値が上昇してくるから考えると、クッション A-1 の方が実用的だと考える。このことから、ROHO クッションに他の素材を取り付けたクッションを作成するときはセル毎に素材を取り付けた方が実用的クッションになると考える。今後はクッション A-1 やクッション B を除湿においてさらに改良されたクッションの提案、作成を行っていく予定である。

ROHO クッションとクッション A-1 を比較したとき、圧力分散能力がほぼ同じであり、除湿性能において勝っていることが明らかになった。よってクッション A-1 は ROHO クッションの圧力分散能力を利用しながら除湿効果の改善に成功したといえる。

クッション B に関しては圧力分散性能で ROHO クッションに比べて極所的に圧力分散されていないが、ROHO クッションと近い性能を持っていることが分かる。本研究での湿度計測は失敗していると考え、評価することが出来ない。今後クッション B は実験方法を改めて、除湿効果を評価する予定である。

参考文献

- (1) 旭化成せんい株式会社
<http://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/fusion/whatfusion.html>
 1,11,September,2011.