

## 浴衣着装時の温熱的快適性向上のための帯内への吸引ファン設置の提案

昭和学院短期大学

大矢 幸江

横浜国立大学教育学部

薩本 弥生

## 1. 緒言

日本の市場調査を手がける矢野経済研究所の報告(2020)<sup>1)</sup>によると、2019年の呉服小売市場規模は、前年比97.2%となった。訪日外国人客のレンタル着物を着装した体験型観光やイベントなどは人気を集めているものの、日本人の着物離れは加速している。主要な顧客であるシニア層の高齢化や、若年層の着物着装への心理的なハードルがその要因であるという。そんな中、近年では従来の様式に囚われないデザインの着物<sup>2)</sup>や新しい素材の着物が増加してきている<sup>3)</sup>。カジュアルに楽しく着物を着装する人が増加することによって、着物への関心を高めるとともに着装機会の拡大が期待されている。しかし、そのような動向に対して伝統的な基準や認識が薄れてきていることを課題<sup>4)</sup>と捉える見方もある。方向性は異なるとは言え、着物を大切にしたい思いは同じであろう。また、2020年は、新型コロナウイルス感染症の流行の影響により多くの式典やイベントが中止となった。浴衣の売り上げは例年の2割まで落ち込んでいるという<sup>5)</sup>。卒業式の着物や袴、花火大会の浴衣など着装機会そのものが減少してしまった。

一方、現代の社会問題となっている地球温暖化は、自然界のみならず水問題を始め私たちの生活のあらゆるところに影響を及ぼしている。世界気象機関(WMO)<sup>6)</sup>によると、2015年から4年間の世界の気温は観測史上最高だったという。4年連続で異例の高温と上昇傾向が続き、地球温暖化が進行している証拠だとしている。社会全体で夏季のクールビズ等、様々な対策が講じられているが、手軽な暑さ対策として2018年頃より携帯扇風機(ハンディファン)を市中で見かけるようになった。

そこで、本研究では夏場の着物や浴衣に温熱的な快適性を保障しつつ伝統的な形を保持し、多くの人が着物に親しみ、着装することによって日本の着物の継承意識を喚起する方策を検討することとした。着物は、美しさや優雅さなどから着装してみたいと思われている一方で、

着つけが難しい、動きにくい、苦しい、暑いなど、運動機能性、温熱的快適性において快適ではないとも思われている。本研究では、着物着装時の温熱的快適性に焦点を当て、その改善を目指すこととした。佐藤らは、アジアにおける民族服の下衣に着目し、素材とデザインの温熱的快適性、運動機能性へ及ぼす影響について検討している<sup>7)</sup>。また、着物の中でも袴に着目し、袴は現代パンツと比較して高い温熱的快適性を有し、姿勢保持性・下肢自由度においても高い機能性や快適性を備え日常着にもなり得る可能性を有すると報告している<sup>8)</sup>。しかし、現状の袴着装場面は卒業式の女袴、武道や神社の装束等の場面に限られ、馴染みのある和装となるためには多くの時間を要すると考えられる。一方、着物の中でもカジュアルな浴衣は、既に夏のイベントにおいて若年層にも多く着装されている。気軽に着装できる利点を生かし、研究対象に浴衣を取り上げることとした。

浴衣の外観は、夏らしく構造的にも涼やかな印象があるが、腰紐、伊達締め、帯の重なる腹部は蒸れやすく着心地に影響を与えている。著者らによる中学校での浴衣を着装する授業実践時の調査<sup>9)</sup>では、生徒は、浴衣は風を通しやすい構造であることを実感しながらも帯周りの蒸れを感じたと記述していた。呑山ら<sup>10)</sup>によると「夏期、和服を着衣する場合、素材の通気性の大小や、気流の有無が、快適性や、着心地などを大きく左右することが明らかとなった」とある。浴衣着装時に物理的に気流を発生させることにより、温熱的快適性や着心地を向上させることができると推察される。その他、着物の着衣に関する温熱特性の研究としては、花田ら<sup>11)</sup>の長着単品と洋服の着衣を比較した研究や、稲垣<sup>12)</sup>の男物ひとえ長着の重ね着を対象とした研究は見られるが、女物を実際に着衣した実験ではない。また、與儀ら<sup>13)</sup>による実験では振り袖長着と小紋長着および洋服とを比較して温熱的評価を行っている。外部装置を用いて温熱的快適性の向上を目指した研究は、夏季の作業現場用の空調服を対象にし

## 浴衣着装時の温熱的快適性向上のための帯内への吸引ファン設置の提案

たもの<sup>14)</sup>はあるが着物に関してバッテリー駆動の外部装置を用いて温熱的快適性の向上を目指した研究は管見の限り見当たらなかった。気流を発生させる外部装置としては、前述のハンディファンが考えられるが、活動時には手に持つ、または首から吊るす必要がある。本研究では、浴衣着装時の外観を変えずに温熱的快適性を向上させるためのファンの設置を提案する。着物の着装時、帯には末広や笥迫など小物を挟む慣習がある。薄型ファンであれば外見を損なうことなく着装感にも影響を及ぼさず、蒸れやすい帯中の水蒸気を排出させる効果も期待できると考えた。現在手に入るファンより風力等から採用可能なものを検討した結果、パソコン冷却用の吸引ファンを選択し、帯板に設置することとした。帯内の空気を吸引して排気させ、さらに上昇気流を生じさせることによる温熱的快適性への影響を「ファン無し」の場合と比較し、その効果を検証することを目的とする。

なお、研究に先立ち、調査対象者に研究の趣旨を十分に説明し、インフォームドコンセントをとった上で実験を行った。

## 2. 研究方法

### 2-1 踏み台昇降実験

浴衣着装時の活動としては、夏の屋外での歩行や盆踊りなどがあり、激しい運動は少ないと想定される。実験では浴衣着装時の軽い運動として、踏み台昇降運動を行うこととした。ファンの有無で2条件の実験を行い、人体生理・心理に与える影響を検証する。

#### 2-1-1 被験者と実験期間、実験場所、実験着衣

被験者は、健康な成人6名、若年層(20代4名)と熟年層(50代2名)である。2020年7月中旬～8月上旬に室内にて実験を実施した。室内環境はエアコンを使用せず、環境温湿度を測定した。実験の着衣として女性用の浴衣を用い、各被験者それぞれが2条件とも同じ浴衣を着装した。

#### 2-1-2 実験方法・実験手順

実験条件は、通常の浴衣着装と通常の着装に加えて前面帯部に送風用ファンを装着する2条件である。被験者は、着装の2条件を1日1条件ずつ計2日間行った。送風用ファンとして、パソコンの冷却用に開発されているOPOLAR社製LC06吸引式冷却ファンを用いた(以下

ファンと略す)。ファンは、13段階の送風が調整可能な吸引型で、温度を感知し自動で風量を変更するオートモードも設定できる。本実験では、検証のためオートモードは使用せず、設定レベルは13段階のうち最も強いレベル13は音が気になり静音性が乏しいと考えられたため、音が気にならないレベル7で送風の強さを固定して実験を行うこととした。ファン(Fig.1)、ファン装着時の帯部分(Fig.2)及びファン有り無しの着装姿(Fig.3)を示す。



Fig.1 LC06 ファン



Fig.2 ファン装着時の帯部



Fig.3 ファン設置の有無による外観

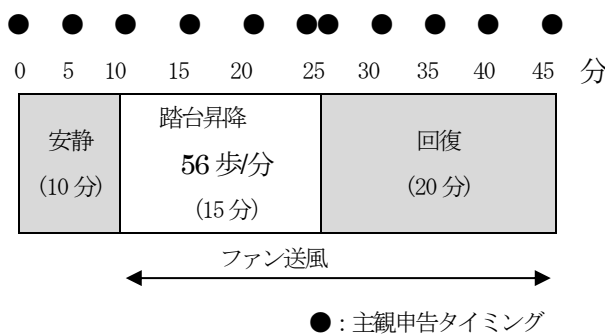
被験者は、実験計測装置を身体に貼付後、浴衣を着装する。着装後、「ファン無し」条件はそのまま、「ファン有り」条件は帯部の帯の内側にファンを装着する。帯内の設置位置は、喉元に気流が感じられ、操作性に優れ、暑熱時のマスク着用時には息苦しさへの効果も期待できると考えられるため帯内前面への設置とした。着装時の外観の変化はほぼ見られなかった(Fig.3)。

実験開始後、最初の10分間は、座位安静で過ごす。10分後にファンをスタートさせ、同時に踏み台昇降運動を

## 浴衣着装時の温熱的快適性向上のための帯内への吸引ファン設置の提案

始め、メトロノーム 56bpm に合わせ 56 歩/min で 15 分間行う。踏台の高さは 14cm である。運動後は、20 分間の座位安静姿勢を取り、回復期とする。実験中に口頭にて主観申告の調査を行う。実験終了後計測装置を外し、データを収録する。実験のタイムテーブルを Table.1 に示す。

Table.1 実験タイムテーブル



### 2-1-3 測定項目・測定方法

人体の衣服内の湿度や温度データは、衣服内部の暑さや内部にこもる水蒸気の状態を把握できる。衣服内の温湿度測定装置として、シスコム社製の「超小型・温湿度ロガー-SHTDL-3」縦横厚みが各々28×16×9mm を用いた(Fig.4)。これは無線計測ができるロガーシステムで、PC で計測間隔と開始時刻をセットして測定箇所を設置するだけで温湿度データが計測できる。計測部位として、帯周りを含めた体幹部4点と上肢1点の計5点を設定した。Fig.5に人体測定部位5点(胸・帯位置腹・帯位置背中・背中・上腕)のロガー装着状況を示す。実験開始から終了まで各部位10秒間隔で計測した。

身体の心臓血管システムへの生理的な負荷の影響を検証するために、心拍数の計測を行った。計測装置としてPOLAR社製の「心拍計、活動量計M600」を使用した。これは手首に装着して手首の脈波により心拍を計測できる脈波型スマートウォッチである。装着状況を Fig.5 に示す。計測は1秒毎に連続して行った。



Fig.4 超小型・温湿度ロガー

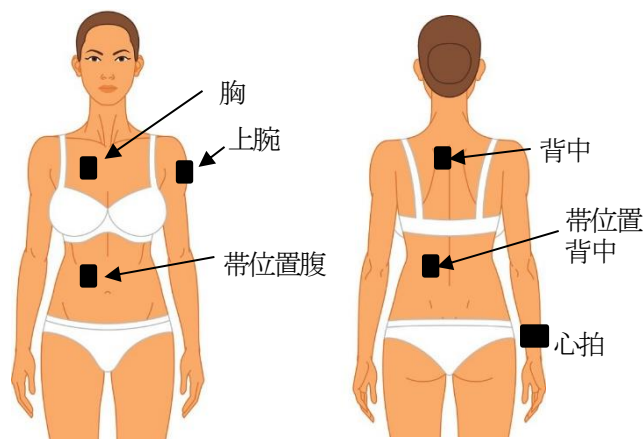


Fig.5 温湿度ロガー・心拍計 設置位置

室内環境の温度・湿度の測定には、テイアンドデイ社製の「Thermo Recorder TR-72wf」を用いて、10秒間隔で連続して計測・収録した。

浴衣着装ファンからの風速の計測に、風速測定機能を持つ京都電子工業社製の「暑熱環境計 WBGT-101」を使用した。

被験者には5項目(温冷感・湿潤感・快適感・べとつき感・蒸れ感)の主観を実験中に聞き取り調査した。運動終了直後の26分時を含め、開始時から5分間隔で計11回の調査を行った。調査のタイミングを Table.1 に、主観申告の項目内容を Table.2 に示す。

Table.2 主観申告測定項目

温冷感	湿潤感	快適感	べとつき感	蒸れ感
3 とても暑い	5 とても湿っている	3 とても快適	5 とてもべとつく	5 とても蒸れている
2 暑い	4 湿っている	2 快適	4 べとつく	4 蒸れている
1 やや暑い	3 やや湿っている	1 やや快適	3 ややべとつく	3 やや蒸れている
0 どちらでもない	2 ほとんど湿っていない	0 どちらでもない	2 ほとんどべとつかない	2 ほとんど蒸れていない
-1 やや寒い	1 全く湿っていない	-1 やや不快	1 全くべとつかない	1 全く蒸れていない
-2 寒い		-2 不快		
-3 とても寒い		-3 とても不快		

### 2-1-4 算出方法

温熱的な快適性の判定のため計測した衣服内湿度は、相対湿度 RH [%] である。相対湿度は、飽和水蒸気量(飽和水蒸気圧)に対する、実際の水蒸気量(水蒸気圧)の割合であり、水蒸気量が同じでも、温度が変わり飽和水蒸気量(飽和水蒸気圧)が変化すると相対湿度は異なった数値

## 浴衣着装時の温熱的快適性向上のための帯内への吸引ファン設置の提案

を示す。しかし、絶対湿度  $A$  [ $\text{g}/\text{m}^3$ ] は、空気  $1\text{m}^3$  中の水蒸気量を示したものであり、温度が変化しても値は変わらない。衣服内絶対湿度は蒸発した汗のうち衣服内に留まる水蒸気量を示すことになる。着衣内の絶対湿度が高いと温熱的不快感に影響すると考えられる。そこで、本研究では温熱的効果を測る指標として絶対湿度を用いることとした。

絶対湿度  $A$  [ $\text{g}/\text{m}^3$ ] は、衣服内の温度  $T$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]、水蒸気圧  $P_w$  [ $\text{Pa}$ ] を用いて以下のように算出した。

$$A = M \cdot \frac{P_w}{R \cdot (T + 273.15)}$$

ここで、 $M = 18\text{g}/\text{mol}$ 、 $R = 8.315\text{J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  はそれぞれ水の分子量、気体定数である。水蒸気圧は、飽和水蒸気圧  $P_{ws}$  [ $\text{kPa}$ ] に関する Antoine の近似式を用いて以下のように求めた。

$$P_w = 10 \cdot RH \cdot P_{ws} \\ = 10 \cdot RH \cdot \exp\left(16.6536 - \frac{4030.183}{T + 235}\right)$$

ここで  $RH$  [%] は、衣服内相対湿度である。式中の  $10$  は単位の変換( $\text{kPa} \rightarrow \text{Pa}$ )及び百分率に伴う変換因子である。

### 2-1-5 解析方法

データの分析には統計処理ソフト SPSS Ver.20 を利用し、対応のある平均値の差の検定を行った。有意水準は、\* :  $p < .05$ 、\*\* :  $p < .01$ 、\*\*\* :  $p < .001$  とした。

## 3. 結果

### 3-1 吸引ファンの風速

帯内に設置した吸引ファンについて、実験では 13 段階のうち中間のレベル 7 に設定した。その風速評価を、帯上 2.5cm~35.0cm すなわち帯上から顎下までの範囲で風速測定を行った。その結果を Table.3 に示す。また、風速段階として GPV 気象予報によるビューフォート風速段階<sup>15)</sup>からの抜粋表(風力 0~3)を Table.4 に示す。ビューフォート風速段階によると「風速は、10 分間の平均風速である。風の吹き方は絶えず強弱の変動があり、瞬間風速は平均風速の 1.5 倍から 3 倍以上になることがある。」とある。本実験でもファンからの風速は気流の乱れを生じたため、条件ごとに平均値を求めた。風速 0.2 m/s 以下は「風力 0」人が感じない不感気流である。フ

アン無しの風力は「風力 0」、レベル 7 は「風力 1」、最も強いレベル 13 は「風力 2」であった。実験で設定したレベル 7 は、胸から喉、顎下にそよ風程度の微風が感じられる風速といえる。市販の扇風機やハンディファンと吸引ファンの比較を示す。騒音、振動、低周波音調査を手がける(株)環境工房<sup>16)</sup>の実験結果では、羽根の直径 30cm の扇風機から 50cm 離れたところでは、風速 1(微風) 1.5m/s、風速 2(弱風) 2.9m/s、風速 3(強風) 3.8m/s である。市販されているハンディファン 3 種類の比較結果は、風速のレベルが 2 種類(3 段階と 4 段階)あったため、最も強い風速で統一し平均値を求めたところ 1.5m/s となった。しかし、このレベルは静音性が乏しかった。ハンディファンの重量の平均値は 155g であった。吸引ファンの重量は 133g とバッテリー(携帯充電用) 約 100g となり、ハンディファンより重くなった。

以上から、扇風機の微風が吸引ファンの強風レベルと同等であった。吸引ファンはバッテリーを含めると、ハンディファンよりも重くなり、風速は最も強いレベルの比較で吸引ファンとハンディファンは同程度であった。しかし、吸引ファンのレベル 13 及びハンディファンの最も強いレベルは静音性が若干乏しいため、涼を求める使用時は中レベルを選択することが多いと考えられる。

Table.3 LC06 ファンによる帯上位置の風速(m/s)

送風段階	ファン無し	レベル 7	レベル 13
平均風速	0.03	1.10	1.62

※ 送風段階：レベル 1(弱)~レベル 13(強)

Table.4 ビューフォート風速段階表(抜粋)

風力	名称	相当風速	陸上の様子 <sup>1)</sup>	海上の様子
0	平穏/ 静穏 Calm	0~0.2m/s 0knot	煙はまっすぐ昇る。	水面は鏡のように穏やか。
1	至軽風/ Light air	0.3~1.5m/s 1~3knot	煙は風向きが分かる程度たなびく。	うろこのようなさざ波が立つ。
2	軽風/ Light breeze	1.6~3.3m/s 4~6knot	顔に風を感じる。木の葉が揺れる。	はっきりしたさざ波が立つ。
3	軟風/ Gentle breeze	3.4~5.4m/s 7~10knot	木の葉や小枝が揺れる。	波頭が砕ける。白波が現れ始める。

※ 風力 0~12 のうち風力 0~3 を抜粋

3-2 ファン有無による衣服内絶対湿度の部位間比較

衣服内温湿度の計測結果から、絶対湿度を算出した。それぞれの部位ごとに被験者の平均値を算出した。通常着装のファン無し(Fig.6)条件と、ファン有り(Fig.7)条件の5部位間の絶対湿度を比較した。2条件とも実験の開始時から5部位は3つのグループに分類された。最も高いのが帯周りの帯位置腹と帯位置背中、次に胸と背中、最も低いのが上腕であった。最も高い帯周りは、他の部位より蒸れを感じやすい部位であることが実証された。最も低い上腕の絶対湿度から、袖まわりは風通しが良いということがわかる。運動することによって絶対湿度が上昇しても運動を停止すれば下降に転じる。また、実験開始時から他の部位より高い値を示す帯位置腹と帯位置背中中の2部位は、運動開始によりさらに上昇し運動終了後もなだらかな上昇が続く。帯位置腹と帯位置背中中のファンの有無比較では、「ファン有り」の方が運動時の上昇は緩やかである。ファンの上部に位置する胸は、運動開始によって絶対湿度は上昇するが、運動を停止した後の奇跡は「ファン無し」(Fig.6)が横ばいであるのに対し、「ファン有り」(Fig.7)は28分から下降に転じている。

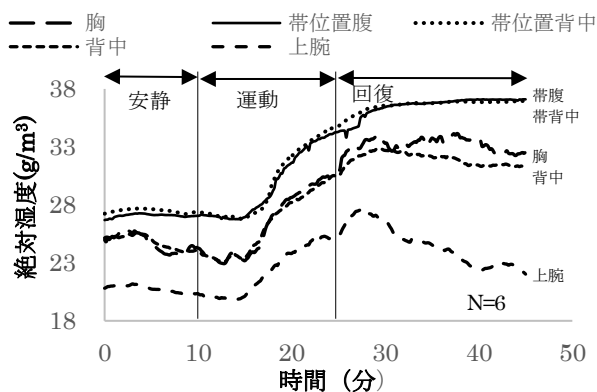


Fig.6 衣服内絶対湿度 (ファン無し)

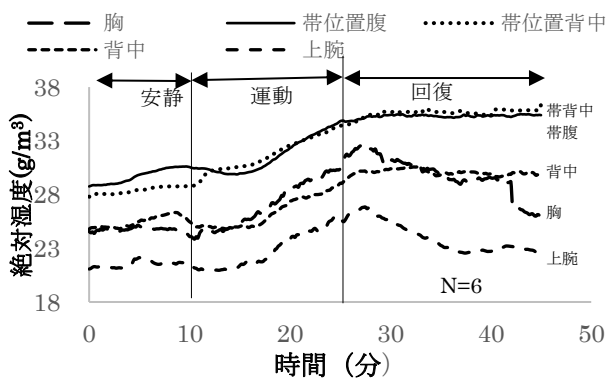


Fig.7 衣服内絶対湿度 (ファン有り)

3-3 部位ごとのファン有無による衣服内絶対湿度比較

5部位それぞれについてファン有無の差を比較した。各部位10秒間隔で計測したデータを安静(0~10分)、運動(10~25分)、回復(25~30分)に分割し、10秒毎の全てのデータをファンの有無で対応のある差の検定を行い、それぞれの分割区間における有意差検定を行った。

回復期は、5部位すべてでファンの有無による有意差が認められた(Fig.8~Fig.12)。胸(Fig.8)はファンの真上に位置するため、「ファン有り」により絶対湿度を抑えられると予測していた。結果は、安静時、運動中はファンの有無による有意差は見られなかったが、運動後の回復期に絶対湿度の差が有意(0.1%水準)となり、「ファン有り」条件の湿度上昇は抑えられ下降に転じた。次に帯周りについて見る。帯位置腹(Fig.9)は、安静時、運動時、回復期の全てで有意差(0.1%水準)が見られた。運動時から回復期にかけて「ファン有り」の方が「ファン無し」よりも緩やかな上昇となっている。この安静時から回復期にかけての変動の特徴から、ファンによる湿度上昇の抑制効果が見られる。ここで、安静時は「ファン有り」条件もファンを作動させていないが有意差が見られた。実験日の環境条件によって気温湿度に差があった(室内環境温度は $28 \pm 2^\circ\text{C}$ )影響が考えられる。帯位置背中(Fig.10)は、運動時、回復期で有意差(0.1%水準、1%水準)が認められた。運動時の10~17分は「ファン無し」が「ファン有り」よりも絶対湿度が低いが、運動時20分から回復期は「ファン有り」の方が低い。20分からファンによる湿度上昇の抑制効果ははっきり現れたといえる。運動時の有意差は17分までファンの有無の差が大きかった影響と考えられる。ファンを作動した10分後の20分から回復期にかけて水蒸気排出効果は徐々に出現したと言えよう。これらから、もともと最も絶対湿度が高く回復期も上昇が続く帯位置腹と帯位置背中中の2部位であるが、ファンの帯内の空気の吸引により発汗による水蒸気を含む空気が排気されることで絶対湿度の上昇を抑える効果があったと言えた。次に背中(Fig.11)については、回復期に有意差(0.1%水準)が認められた。ファンにより運動後の回復期に絶対湿度の上昇が抑えられたと言える。胸と同様の結果であるが、胸のように回復期に下降するまでには至らなかった。胸は上腕を除けば「ファン有り」の回復期に絶対湿度の下降が明らかに見られた部位である。胸のセンサーの位置はファンからのそよ風を胸元の衿から直接受けることができる。ファンからの

## 浴衣着装時の温熱的快適性向上のための帯内への吸引ファン設置の提案

気流によって対流放熱促進という直接の影響があったと推察される。最後は上腕 (Fig.12) である。前述 3-2 の部位の全体比較のように、上腕はファンの有り無しともに運動時は上昇しても運動を停止すれば下降している。ファンによる効果は、回復期のファンの有無による有意差によって認められた。回復期は座位で安静にしているため、ファンからの気流を上腕も受けていると考えられた。上腕は絶対湿度が他の部位よりも低いことから、通気性が高い部位と言えた。なお、5 部位すべてで開始から 15 分頃までの「ファン無し」の絶対湿度が「ファン有り」よりも低い。開始から 10 分まではファンから気流はない時間帯なので、環境条件の差の影響と考えられた。

以上から、ファン設置による絶対湿度は、上部部・体幹部の 5 部位すべてにおいて効果があることが明らかとなった。ファンにより強制的に気流を発生させることで、帯部のように体に密着した部位であっても、その中にこもった水蒸気を放出させる効果があり、それは運動時から回復期にその影響が認められた。帯周り以外の胸、背中、上腕については回復期の効果が認められ、直接気流を受ける胸は絶対湿度の下降が大きかった。

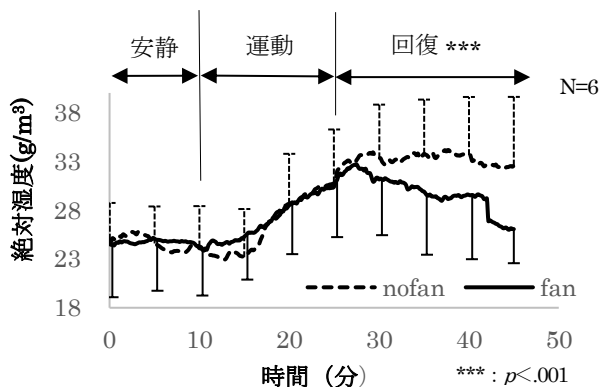


Fig.8 衣服内絶対湿度 (胸)

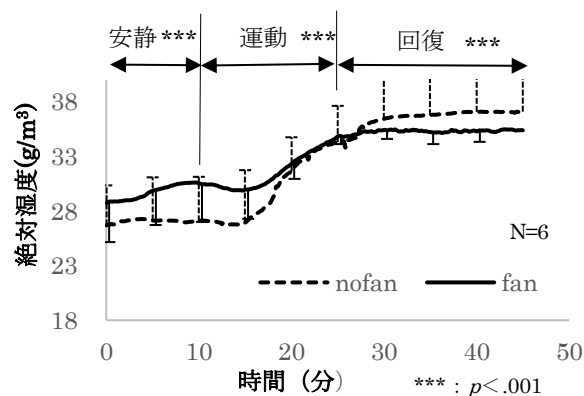


Fig.9 衣服内絶対湿度 (帯位置腹)

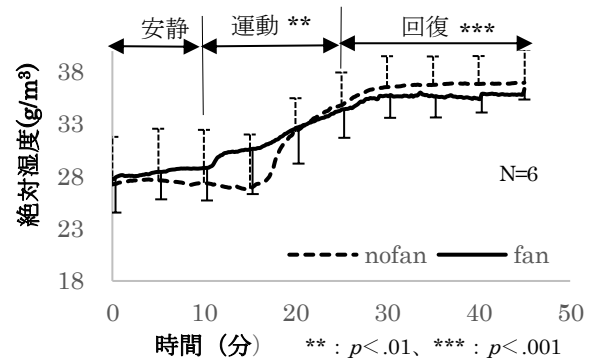


Fig.10 衣服内絶対湿度 (帯位置背中)

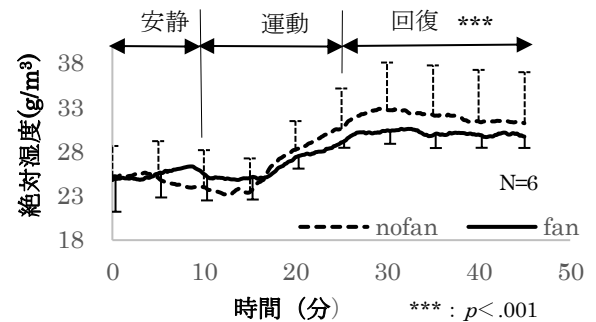


Fig.11 衣服内絶対湿度 (背中)

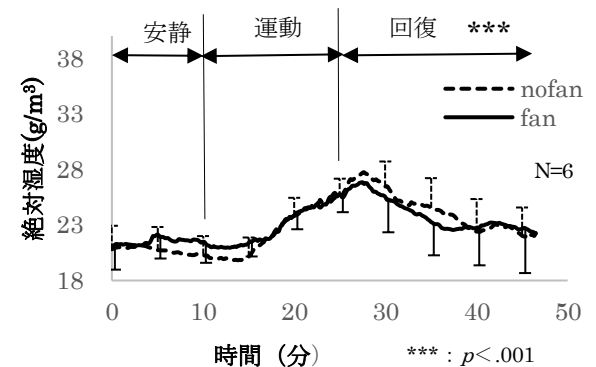


Fig.12 衣服内絶対湿度 (上腕)

### 3-4 心拍数による心臓血管システムへの影響の評価

心拍数 (脈波) により心臓血管システムへの影響を検証するにあたり、条件ごとに心拍数の被験者平均値を算出した。ファンの有無による比較結果を Fig.13 に示す。全体を見ると、心拍数の高低は、安静から運動の開始によって直ちに上昇に転じ、運動の停止ですぐに下降するという明確な変動が見られる。よって心拍数の計測結果から、身体的心臓血管システムへの影響が直に検証できる。有意差検定の結果、運動、回復のいずれもファンの有無により有意差(0.1%水準)が認められ、「ファン有り」

## 浴衣着装時の温熱的快適性向上のための帯内への吸引ファン設置の提案

の心拍数の方が有意に低かった。グラフを見ると運動時と回復期にファンの有無による値の差が大きくなっている。実験開始後 20 分の運動時に「ファン無し」では心拍数が 116 拍/min であるのに対し、「ファン有り」では 100 拍/min である。回復期の 30 分では、「ファン無し」では 86 拍/min であるのに対し、「ファン有り」では 66 拍/min とほぼ平常時の値まで回復している。ファンの有無による心拍への影響の差が明確にあり、帯内設置のファンからの強制気流によって心臓血管システムへの温熱ストレスが軽減されたと推察された。

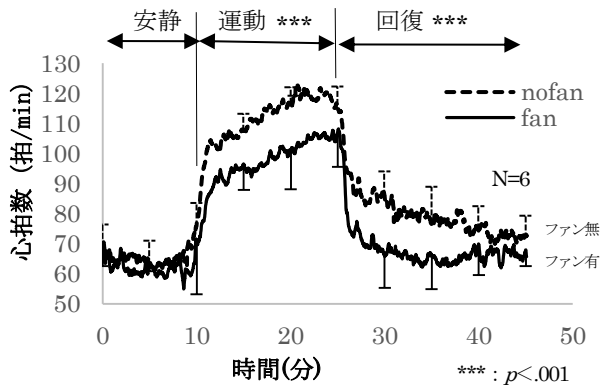


Fig.13 心拍数のファン有無による比較

### 3-5 主観申告調査の結果

実験の経過 5 分毎に被験者の主観を 5 つの感覚から調査した。感覚ごとに平均値を算出し、対応のある平均値の差の検定を行った。その結果を Fig.14~Fig.18 に示す。

全体を俯瞰して見ると「ファン有り」の方が「ファン無し」よりも温冷感、湿潤感、べとつき感、蒸れ感で値が低く、快適感が高くなった。被験者はすべての感覚で「ファン有り」のほうが温熱的に心地よいと感じていた。運動開始により温熱的な不快感は増していき、回復期に徐々に減少していく傾向はすべての感覚で同様であった。

次に有意差検定からは、実験開始から 10 分までの安静時は、すべての感覚で有意差はなかった。運動開始の 10 分地点から実験終了の 45 分地点までを見る。温冷感 (Fig.14) で 3 回 (15, 25, 30 分) の有意差 (5% 水準) がある。

「ファン無し」のほうが有意に暑いと感じている。湿潤感 (Fig.15) では 3 点 (26, 30, 35 分) で有意差 (5% 水準)、快適感 (Fig.16) では 3 点 (25, 30, 35 分) で有意差 (1%, 5% 水準)、べとつき感 (Fig.17) では 5 点 (25, 26, 30, 40, 45 分) で有意差 (5% 水準)、蒸れ感 (Fig.18) では 4 点 (26, 35, 40, 45 分) で有意差 (5% 水準) が認められた。温冷感を除く 4 感覚の有意差は運動終了の 25 分時と回復期におけるもの

だった。「ファン有り」で 1% 水準と高い有意差が見られたのは快適感であり、べとつき感は最も多くの地点 5 点での有意差があった。回復期の姿勢は安静座位である。座ってファンからの送風を実感していたことが結果から推察される。

実験終了後にファンの有無による差について被験者から自由な回答を求めた。「運動時よりも回復期にゆっくり座っている時の方がファンによる涼しさを感じた」「風がある方が息苦しさを感じなかった」という回答があった。また、外観やファンのつけ心地、商品化されたときに使用したいか等の感想を尋ねた。「見た目の違和感はなく全く問題ない」「動きやすさや重さに変化を感じない」「ファンをつけることで涼しくなり気持ちよかった」「重みは感じないが運動や重さで帯から下に落ちないか心配になった」「商品化されれば使いたい」「前側にはもちろん使いたい、背中にもあったらもっと良いと思う」「商品化するならバッテリーを内蔵して欲しい」「冷却ファンの厚みは問題なし」等が述べられた。実用化に向けては、バッテリーとの一体化や薄型で帯板にしっかり固定できる商品が期待される。

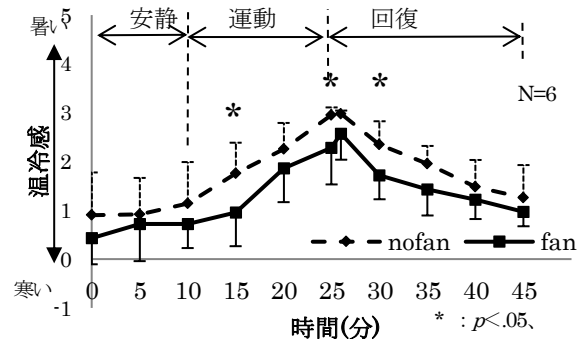


Fig.14 主観申告 (温冷感)

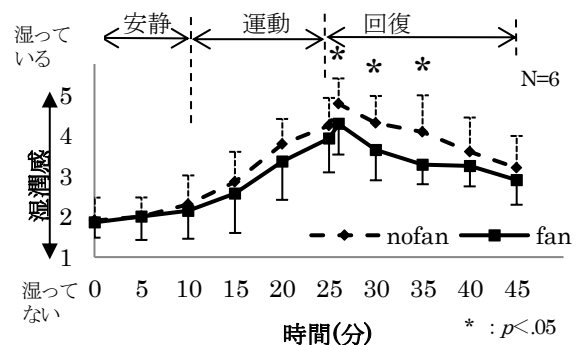


Fig.15 主観申告 (湿潤感)

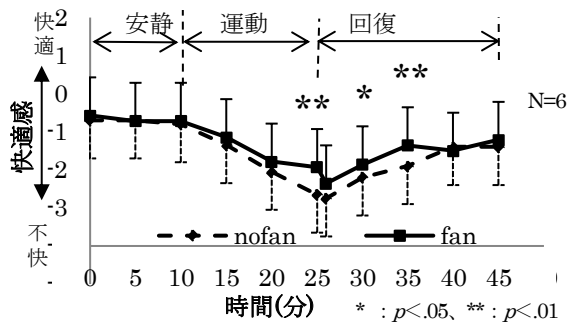


Fig.16 主観申告 (快適感)

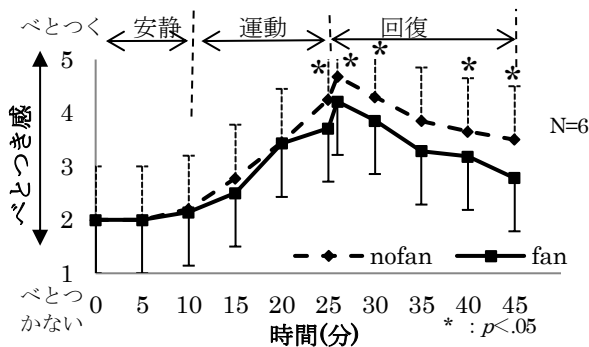


Fig.17 主観申告 (べとつき感)

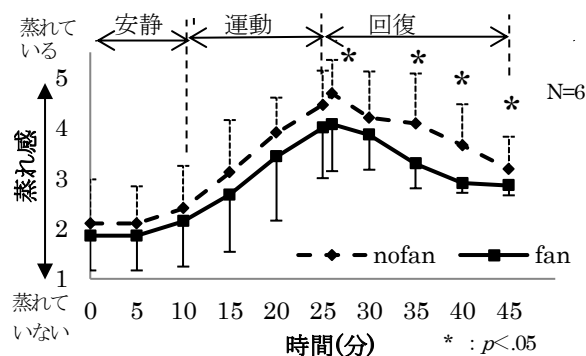


Fig.18 主観申告 (蒸れ感)

#### 4. 考察

本研究では、浴衣の伝統的な構成を保持しながらも夏季の蒸し暑い環境下で温熱的快適性を向上させるための方策として、パソコンの冷却用の吸引型のファンを援用し蒸れを感じやすい帯内に設置して帯内の空気を排気し、強制的な上昇気流を発生させることをねらった。元々、帯はウエストとヒップの周径の差があるため、ウエスト部位には小物を入れたりする空間を確保しやすい部位であるため、外観を損なわない幅のファンを設置することは可能と考えた。

浴衣の着装で部位ごとの衣服内絶対湿度を比較し、計測した5部位の中で3つのグループに類別され、最も高

いのが帯で覆われた部位である腹と背中、次に胸と背中、最も低いのが上腕であった。一般に浴衣は開放的な構造であるため、日本の蒸し暑い気候に適合し、涼しいといわれているが、その感覚に一番貢献しているのが振りの開口部がある袖で覆われた上腕部で、風通しが良いことが絶対湿度の低さにより証明されている。一方、帯で覆われた部位は帯を結ぶことによるフープテンションで身体に止めつけられているため、衣服と人体のゆとりがほとんど無い部位であり他の部位より汗が溜まりこみ、回復期にも湿度の低下がみられず、一旦汗で濡れると乾きにくい部位であることが実証された。

ファンの有無による衣服内絶対湿度の部位ごとの比較からファンにより胸、背中や、帯内の腹、背中で有意な低下が見られた。しかし、帯内では回復期20分間では絶対湿度の低下が胸、背中のように顕著にみられなかった。この部位の快適性をさらに向上させるためには風速を挙げてのさらなる検討が必要と考えられる。

心拍数(脈波)により心臓血管システムへの影響を検討した結果により、運動時、回復期のいずれもファンの有無により有意に「ファン有り」の心拍数が低かった。

主観申告では「ファン有り」の方が「ファン無し」よりも温冷感、湿潤感、べとつき感、蒸れ感が値が低く、快適感が高くなった。すべての感覚でファンにより温熱的快適性の向上がみられていた。

#### 5. 結論

日本の伝統的な着物を日本の夏季の暑熱環境でも多くの人が着装し継承意識の喚起につなげるため、課題の1つである着装時の温熱的快適性に焦点を当て、その改善を目指すための方策を検討することとした。蒸れを感じやすい帯内に吸引型のファンを設置して帯内の空気を排気し、強制的な上昇気流を発生させることにより温熱的効果が得られることをねらった。ファンの有無による実験を行い、条件の違いによって人体生理に与える影響を比較した。その結果、ファンからの気流はそよ風程度の微風であったが、温熱的快適性向上への効果を有することが明らかとなった。まず、衣服内の絶対湿度はファンの設置によって帯位置の腹と背中、胸、背中、上腕と計測したすべての部位で有意に減少させることができた。特に運動後の回復期でその効果が大きかった。心拍数の検証からは、ファンからの気流によって運動時、回復期ともに心拍数を有意に減少させることができ、身体の内



## 浴衣着装時の温熱的快適性向上のための帯内への吸引ファン設置の提案

臓血管システムへの負担も軽減させることができることが明らかになった。さらに、被験者への主観申告調査からは、5 感覚すべてで温熱的快適感への効果が示され、回復期での効果が大きかった。帯内への吸引ファンの設置は、浴衣着装時の快適感を向上させることが明らかになった。

浴衣は夏季の蒸し暑い季節に最も着装の機会が多いカジュアルな着物である。以上の結果から、浴衣着装時に温熱的な快適性を向上させるためには帯内に吸引ファンを設置することを提案する。また、浴衣同様に着物も着装によって帯周りを中心に蒸れを感じる人が多い。高温多湿時の着物着装にもファンの設置は効果的であると考える。今回はパソコン用の冷却用ファンを援用したが、まだ帯用の製品は市販されていない。最も強いレベルでの静音型を高め、厚さをさらに薄型にし、帯板に装着して利用できるものが開発されることを期待する。

### 【引用・参考文献】

- 1) 矢野経済研究所. 呉服市場に関する調査結果 (2020) [https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2441](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2441) (入手日: 2020.10.17)
- 2) les mondes. 洋服のように気軽に楽しめる、新しいキモノ <https://numero.jp/yukikoshinto-22/www.les-mondes.com/> (入手日: 2020.10.17)
- 3) 帝人フロンティア株式会社. 和装向け機能素材「華月™」  
[https://www.teijin.co.jp/news/2016/jbd161115\\_59.html](https://www.teijin.co.jp/news/2016/jbd161115_59.html) (入手日: 2020.10.17)
- 4) 田中淑江, 長谷川紗織, 大塚絵美子, 宮武恵子. 卒業式に見る袴の現代的着装の研究 I. 共立女子大学家政学部紀要. 2015, Vol.61, 11-47.
- 5) 朝日新聞デジタル. 夏行事中止で売上減の浴衣、従業員がまとい PR  
[https://www.asahi.com/articles/ASN6V7CXTN6VU\\_TIL009.html](https://www.asahi.com/articles/ASN6V7CXTN6VU_TIL009.html) (入手日: 2020.10.17)
- 6) 国際連合広報センター. 世界気象機関 (WMO) 発表のデータに関する事務総長報道官の声明 (2019)  
[https://www.unic.or.jp/news\\_press/messages\\_speeches/sg/32091/](https://www.unic.or.jp/news_press/messages_speeches/sg/32091/) (入手日: 2020.10.17)
- 7) 佐藤真理子, 趙羅衡, 田村照子. 下衣民族服の快適性・機能性に関する研究 —シャルワールとバジに着目して—. 日本家政学会研究発表要旨. 2014, 66 回大会, p3-63.
- 8) 佐藤真理子, 熊谷伸子, 小出治都子. 和装における袴の存在意義: 市場の現状とマンガ分析, 機能性検討, そして新たな可能性を探る. ファッションビジネス学会誌. 2016, Vol219, 11-20.
- 9) 大矢幸江, 薩本弥生. ゆかた着装授業と着装後ワークがきもの文化への興味関心に及ぼす効果. 日本家政学会誌. 2018, Vol.69, No.1, 1-17.
- 10) 呑山委佐子, 田村照子. 和服の温熱特性に関する研究(第2報)—和服の熱抵抗に及ぼす和服素材の効果—. 繊維製品消費科学誌. 1998, Vol.29, No.10, 432-437.
- 11) 花田喜代子, 三平和雄, 長谷川陽子. 服種の異なる着衣の熱特性の比較. 繊維製品消費科学誌. 1985, Vol.26, No.9, 397-403.
- 12) 稲垣和子. 衣服の保温力基準値の推定に関する実験的研究: 第1報 重ね着による和服保温力基準値の推定に関する実験的研究. 神戸大学医学部紀要. 1979, Vol.40, No.2, 157-168.
- 13) 與儀由香里, 呑山委佐子. 和服と洋服の温熱特性について. 大妻女子大学家政系研究紀要. 2012, Vol.48, 115-125.
- 14) 山崎慶太, 菅重夫, 高橋直, 栗原晃平, 小林宏一郎. ファン付き作業服が建設作業員の整理・心理反応に及ぼす影響と他の要因に関する研究. 日本建築学会環境系論文集. 2018, Vol.83, No.747, 453-463.
- 15) GPV 気象予報. ビューフォート風力階級  
<http://weather-gpv.info/gw.php>  
(入手日: 2020.10.17)
- 16) 株式会社環境工房. 扇風機(座敷扇)の風量及び距離による風速比較. [https://www.koubou.co.jp/sousin\\_submenu6\\_ac\\_111.html](https://www.koubou.co.jp/sousin_submenu6_ac_111.html)  
(入手日: 2020.10.17)

YNU Repository Advanced published date: November 16, 2020