

スポーツウェアの「はりつき」が パフォーマンスに及ぼす影響

兵庫教育大学 潮田 ひとみ

Effects of The Sticking Between Sports Wears and The Skin for The Physical Performance

by

Hitomi Ushioda

Hyogo University of Teacher Education

ABSTRACT

An examinee wears the different sports shirt of three kinds of compositions. The examinee moved in the stool going-up and down indoors set in 25 °C, 25%RH. It was judged the performance of exercise using the heartbeat and the chest skin blood flow. It was evaluated clapping sticking between sports wears and the skin with the clothing pressure on left chest.

As a result, that the low bending vibration properties of textiles was difficult for the skin to have in the sticking and to make a physical performance high were shown.

It shows for the development guide of the high physical performance sportswear.

要 旨

3種類の組成の異なるシャツを着用させて、25℃、25%RHの室内で踏み台昇降運動を行わせた。運動のパフォーマンス性を心拍と胸部皮膚血流量によって判断し、貼り付きやすさを衣服圧に

よって評価した。

その結果、減衰振動率が低い試料は貼り付きにくく、パフォーマンス性が高いことが示され、パフォーマンス性の高いスポーツウェアの開発指針を示すことが可能となった。

緒言

スポーツ終了時や夏の外出時に感じる不快感は、発汗によって生じたべとつきや蒸れ、濡れといった湿潤によって生じる感覚に由来することがほとんどである。このような“湿潤によって生じる感覚”に影響を及ぼす要因には、衣服材料側の要因として、濡れた素材のかたさが皮膚への接触の状態を決定し、これによって皮膚温が変化すること¹⁾、皮膚温や接触物の温度そのものだけではなく、皮膚の水蒸気圧や²⁾、それら温湿度の変化速度の大小も感覚の絶対値やその変化速度に影響を及ぼすこと³⁾を著者らは明らかにしてきた。

実際のスポーツの場면을観察すると、湿潤によって生じる感覚だけではなく、湿潤によるスポーツウェア生地の変性が、運動時のパフォーマンスを低下させているように見受けられる。例えば、テニスシャツが皮膚にはりついてサーブが打ちにくくなり、袖を捲り上げてサーブを打つといった現象である。

肌着が濡れることによって、衣服素材の性能がどのように変化するかについては、丹羽らの報告がある⁴⁾。布の力学的性質の変化には液相水分の方が気相水分より影響力が大きいこと、含水によって布は弾力を失い、振動が早く止まること、表面摩擦係数や表面粗さが増すことを明らかにしている。丹羽らは、これらの力学的性質の変化が起こることにより熱伝達特性に変化が生じるだけではなく、表面特性の変化から運動動作への適応性が低下するであろうと推測している。

スポーツシャツが湿潤して肌にはりついた場合にも、布の力学特性の変化によって、人体の熱と水分の移動特性を変化させることは容易に推測できるが、これだけではなく、運動時のパフォーマンス性にも影響を及ぼすと思われる。

そこで、スポーツウェアの湿潤による「はりつき」が運動時のパフォーマンス性能に及ぼす影響を明らかにするために以下の測定を行った。

1. 実験方法

試料には、表1に示す諸元を持つ、組成が異なり、試料の厚さと熱特性が近似する3種類を準備した。3種類ともに24G シングル編機によって、同じ天竺編みで作成されている。

これらの試料を用いたTシャツを着用させて、運動中の被験者の生理データと感覚官能値を測定した。被験者には健康な19歳の男子1名を用い、各条件で3回測定した。上衣には、3種類のTシャツをおのおの着用させ、下衣には所定の靴下、トレーニングパンツ、下着を着用させた。衣類は一晩以上測定環境に放置したものを着用させた。

当初、サーモグラムの温度分布によって接触部と非接触部を区別し、接触面積を算出することによって、ウェアのはりつきを評価することを考えていたが、衣服表面が濡れるような実験条件では、精度の高い湿度センサーでの測定が不可能となるため、今回は、中程度の運動強度を設定し、衣服内の温湿度変化と生理特性を精度良く測定することを目的とした。

25℃、25%RHに調整した室内に入室後、1時

表1 試料の諸元

		sample A		sample B		sample C	
組成	%	Cupra	40	Cupra	20	Cotton	100
		Polyester	60	Polyester	80		
目付け	g/m ²		197		204		180
厚さ	mm		0.79		0.85		0.82
通気度	cc/cm ² ·S		216		145		118
吸水高さ	cm		14.9		17.4		11.9
ヒートロス	W/m ² ·℃		10.2		10.0		9.7

間以上経過してから、実験用衣服に着替えさせ、センサー等を貼付した後、測定を開始した。測定開始後、椅座位で10分間安静にさせた後、1分間に18~19回の速度で踏み台昇降運動を10分間行わせた。運動終了後、再度、椅座位で25分間安静にさせて測定した。心拍数（竹井機器工業社製心拍メモリ装置 T.K.K.1876a）、右胸部衣服内温湿度（タバイエスペック社製 RS-10）、左胸部上部の皮膚血流量・接触圧（AMIテクノ社製 A0010T）を測定した。

また、被験者には、シャツ着用直後、運動終了直後、測定終了後の感覚官能値をSD法によって評価させた。

2. 実験結果

すべての測定値は、安静時、運動中、運動後の各段階で平均値をとり、t検定を行った。検定による有意水準が5%以下の場合に有意差があったとした。

2.1 熱・水分移動特性

右胸の衣服内温度は、運動前には各試料間に差がみられなかったが、運動時には、試料C>試料A、運動後には、試料C>試料B>試料Aとなり、運動後の右胸衣服内温度は、試料C着用時に有意に高く、次いで、試料B着用時に高く、試料A着用時にもっとも低いことが明らかになった（図1）。

右胸の衣服内湿度を図2に示す。運動前の安静時、および運動中には試料間の差がみられなかったが、運動後には、試料B>試料A、試料C>試料Aと有意差が生じ、運動後の試料Aの衣服内湿度が有意に低い結果を示した。

測定前後に衣服重量を測定した。この重量は衣服が吸汗して残った汗と考えられるが、この量は、試料Cの吸汗量約2gと平均値は大きいものの、

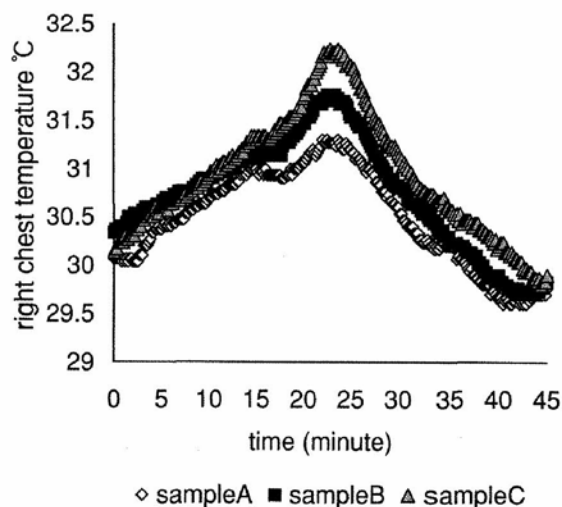


図1 右胸衣服内温度の経時変化

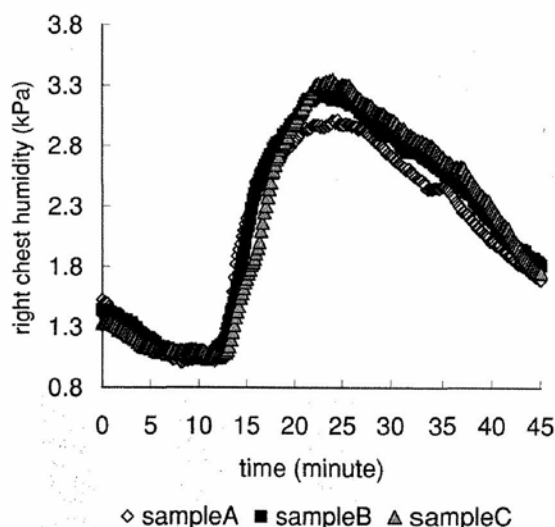


図2 右衣服内湿度の経時変化

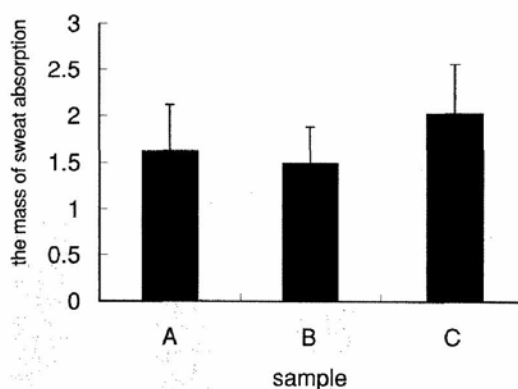


図3 衣服重量の変化

有意差はみられなかった（図3）。

今回用いた素材は、試料Aがポリエステル60%にキュプラ40%、試料Bでポリエステル80%、キュプラ20%、試料Cで綿100%である。

そのため、吸湿性は、試料C > 試料A > 試料Bであり、バイレック法によって測定した吸水高さは、試料B > 試料A > 試料Cの順である。サーモラボIIによって測定したヒートロスも、試料A > 試料B > 試料Cであり、運動後の右胸衣服内温度は試料の保温性と一致する傾向を示した。これに対して、運動後の右胸衣服内湿度は、試料A着用時に低く、吸水性、吸湿性の傾向とは一致しなかった。

測定中に被験者に発汗が生じたと感じた時点、および汗が乾いたと感じた時点をおのおの申告させた。運動を開始してから発汗が生じるまでの時刻は、図4に示すように約3分と試料による差は生じなかったが、汗が乾いたと知覚するまでの時刻は、試料B > 試料A、試料B > 試料Cと有意差があり、試料B着用時には、いつまでも汗が乾かないという感覚が残っていることがわかった(図5)。

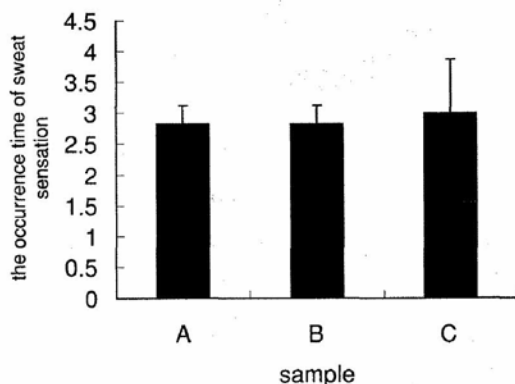


図4 運動開始から発汗が生じたと感じられるまでの時刻

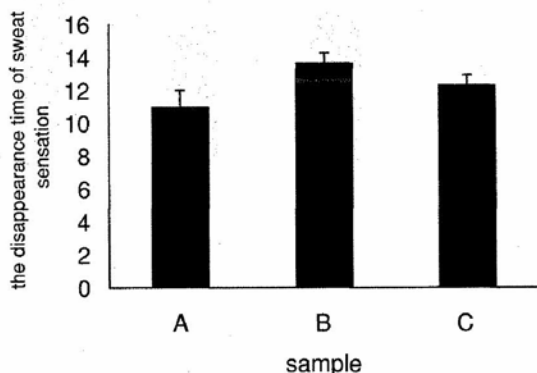


図5 運動終了から汗が乾いたと感じられるまでの時刻

近年、多量の発汗を伴う運動を行う場合には、水分移動特性に優れた素材が望ましいことが明ら

かになってきている。鋤柄は、サーモラボIIを用いてランジェリー素材の熱移動特性を測定し、試料が濡れている場合の熱移動特性には、ポリエステル繊維の改質による毛細管現象を含めた液相の水分移動が定常状態の試料の吸湿性よりも総熱移動速度に寄与していることを明らかにした⁵⁾。また、平林ら是有風時の多量発汗時には、着用快適感や熱・水分移動特性にはウェアの吸湿性よりも吸水・蒸発特性、および通気性の関与が大きいとしている⁶⁾。

平林らの運動条件と比較すると、本実験で設定した運動強度は、最大相対湿度が60-70% RH程度であり、中程度の運動強度といえるが、このような中程度の発汗が生じるような運動強度であっても、速やかな水分移動性能を持つ素材が望ましいが、吸水速度だけではなく、吸湿性とのバランスが重要であるといえよう。

以上のように熱・水分移動特性からスポーツ時のパフォーマンス性を予測するならば、運動中および運動終了後の衣服内温湿度を低く保つ試料Aが運動時のパフォーマンス特性に優れると推測された。

2.2 生理特性

測定した心拍数の経時変化には、着用した試料の違いによる差は生じなかった。そのため、安静時10分間の心拍数平均値と運動中の各時刻の心拍数との差をとり、これを検定した(図6)。

安静時との差を比較すると、運動開始5分から7分の発汗が起こってから数分後の時間帯で、試料A > 試料B(開始5分および6分)、試料C > 試料B(開始6分および7分)、試料C > 試料A(開始7分)と試料B着用時の心拍数が有意に低く、試料Cの心拍数が有意に高い結果を示した。また、試料B着用時には、運動終了直後から心拍数が速やかに回復するのに対し、試料A、Cでは心拍数の低下は緩やかであった。運動終了後4分の時間

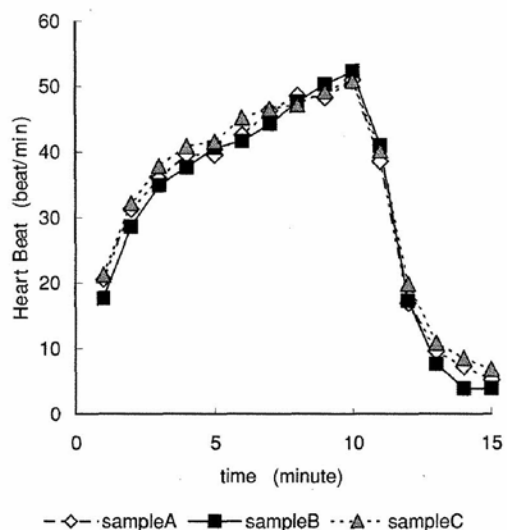


図6 安静時心拍数と運動時心拍数の差

帯(図6中の14分)では、試料A>試料B、試料C>試料Bと試料Bの心拍数が低かった。

以上のように、試料B着用時には心拍の上昇が緩やかで、かつ、運動終了後には、直ちに心拍が安静時の状態に回復することが示された。このことは、試料Bを着用して運動した場合、他の試料を着用して運動する場合よりも、身体的な負担が少なくなることを示唆している。

また、左胸上部の皮膚血流量は、運動前の安静時には試料間に差がみられなかったが、運動中は、試料A>試料Bと試料Bの血流量が有意に低い結果となった。運動後も同様に、試料A>試料B、試料C>試料Bと試料B着用時の皮膚血流量が有意に低い結果を示した(図7)。胸部皮膚血流量を体温調節活動の指標のひとつであると考えれば、

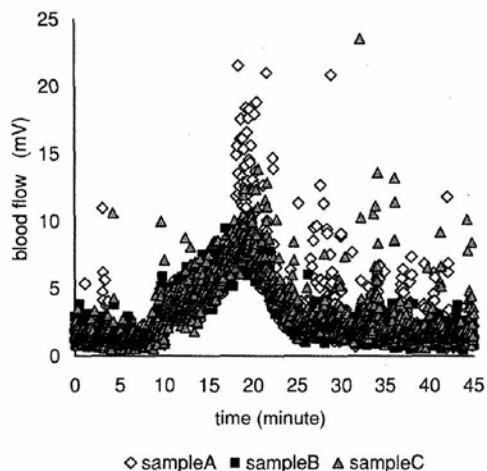


図7 皮膚血流量の経時変化

試料B着用時には、体温調節活動は他の試料着用時よりも少なくてすむことになり、身体への負担が少ないと言い換えることも可能であるように思われる。

皮膚血流測定部位と同部位で測定した衣服圧では、運動前の安静時には、試料間に有意な差はなかったが、運動中、運動終了後ともに、試料A>試料B、試料C>試料Bとなり、試料Bを着用して運動している被験者の衣服圧が低くなった(図8)。

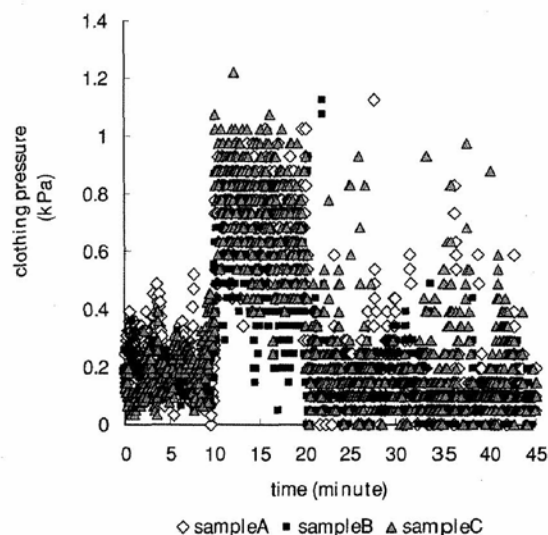


図8 胸部衣服圧の経時変化

短距離走といった競技を行う場合には、衣服による短時間の身体圧迫は有効ではあるが、テニス、サッカーなどの運動時間が長い競技では、衣服圧による身体圧迫は、必ずしも有効ではない。そのため、運動中、運動後の衣服圧が低いことは、身体への負荷が小さいのみならず、運動動作を妨げることなく、身体活動が可能になるため、パフォーマンス性を向上させる可能性があるといえるだろう。

以上のように生理特性からスポーツ時のパフォーマンス性を予測すると、運動中の心拍数が低く、運動中、運動後の胸部皮膚血流量、衣服圧を低く保つ試料Bが運動時のパフォーマンス性に優れると推測された。

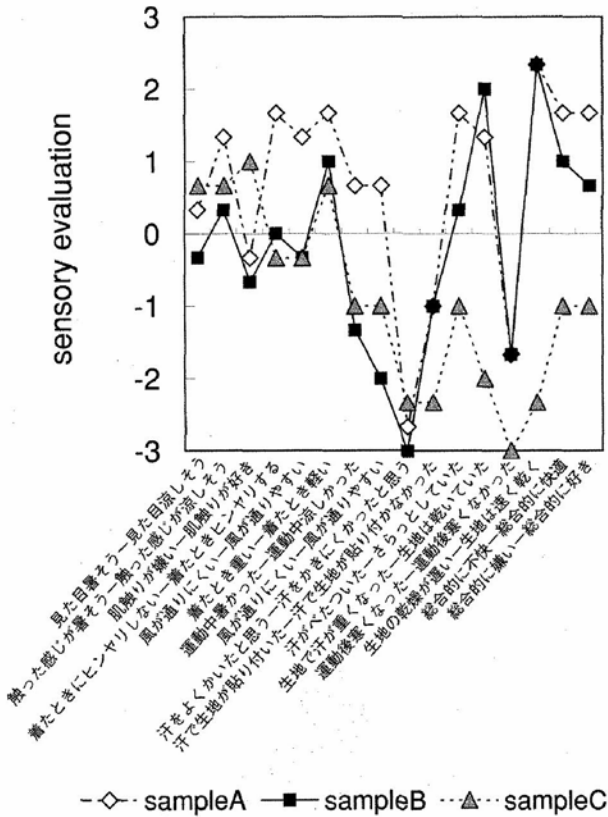


図9 各試料着用時の感覚官能値プロフィール

2. 3 感覚官能値

被験者にSD法によって回答させた、試料着用に関するプロフィールを図9に示す。有意差があった項目を、各試料の特徴としてまとめると、試料A～Cの特徴は、以下のように示される。試料A：着たときにヒンヤリして、サラッとしていて、運動後には寒くなく、速く乾いて快適で好まれる。試料B：肌触りがあまり良くないが、乾いていて、運動後寒くなく、乾燥が速く快適である。試料C：肌触りは良いが、着たときにヒンヤリせず、汗でべたつき、汗で重くなり、運動後寒くなり、乾燥が遅く、不快であり好まれない。

「汗で身体がべたついたか」の評価は試料A > 試料B > 試料Cであり、「汗で生地がはりついたか」の評価は試料A = 試料B > 試料Cとなり、試料Cはべたついて貼り付きやすいという評価であった。

3. 考察

熱・水分移動特性から考えると、試料A着用時の衣服内温湿度は他の試料着用時よりも低く保たれることから、身体負荷が低く、パフォーマンスを良好にすると推測したが、スポーツのパフォーマンスを良好にするには、熱移動性は無視できないものの、むしろ動作性が重要となるであろう。心拍数が上昇しにくく、胸部の皮膚血流が低いことは、長時間の運動が可能になることを示唆しており、運動のパフォーマンス性能を良好にするためには、熱特性よりも重要な要因であると考えられる。

そこで、心拍数、胸部血流量からパフォーマンス性能に優れる試料を判断すると、試料Aよりも衣服内温湿度が高いにもかかわらず、試料B着用時に運動時の心拍が低く保たれ、かつ運動後の皮膚血流量が低いことから、運動パフォーマンス性能に優れる試料は試料Bであると判断した。

このように試料B着用時に、運動中であっても、心拍数、胸部皮膚血流量が低く保たれた要因は、汗を吸っても、試料が皮膚へ貼り付きにくく、動作性が損なわれなかったためであると考えられる。その結果として、発汗後の衣服圧が他の試料着用時よりも低い値を示したと推測できる。

そこで、貼り付きやすさの指標を、ここでは衣服圧として、松平らの提唱する減衰振動率と運動中、および運動後の衣服圧との関係を検討した。KES力学特性の計測値から算出した各試料の減衰振動率と運動中および運動後の各試料着用時の衣服圧平均値との関係を図10に示す。

減衰振動率は、動的ドレープ性を表すとされており、KES力学特性のせん断特性から算出される⁷⁾。減衰振動率が低いことは、振動が起こったときにその振動が減衰しにくいことを示すから、動的ドレープ性があり、衣服がはためきやすい性能を持つことを示す。運動中、および運動後の衣服

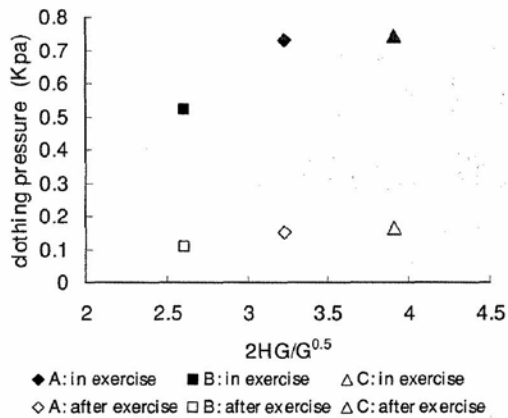


図10 振動減衰率と胸部衣服圧

圧の平均値と各試料の減衰振動率は、右上がりの関係にあり、減衰振動率が低い衣服素材は、衣服圧が低く保つこと、つまり、貼り付きにくい素材であることが示された。

4. 結 語

従来、ウェアが皮膚にはりつくことによってパフォーマンスが低下する現象を認識しつつも、その定量的な評価は難しかったが、本研究では、パフォーマンス性を心拍と胸部皮膚血流量によって判断し、貼り付きやすさを衣服圧によって評価した。

その結果、動的ドレープ性が低い試料は貼り付きにくく、パフォーマンス性が高いことが示され、パフォーマンス性の高いスポーツウェアの開発指針を示すことが可能となった。

本知見は、寝具・オムツカバーなどへの応用も可能であり、高齢者・幼児用衣服素材の開発、介護者の負担を軽減することのできる要介護者用衣服素材といった方面に対しても適切な衣服材料を提供することを可能とするであろう。

文 献

- 1) 衣服素材の吸水特性がぬれ感覚に及ぼす影響, 潮田ひとみ・中島利誠, 繊維製品消費科学会誌, 37 (11), 600-606 (1996)
- 2) むれ感覚の評価因子, 潮田ひとみ・青木敦子・中島利誠, 繊維製品消費科学会誌, 36 (1), 162-164 (1995)
- 3) 湿度刺激と湿潤感覚の関係, 潮田ひとみ・仲西正・中島利誠, 繊維製品消費科学会誌, 42 (5), 322-329 (2001)
- 4) 発汗による含水が布の力学的性質に与える影響と衣服の機能性, 丹羽雅子, 松生勝, デサントスポーツ科学, 1, 177-195 (1981)
- 5) ランジェリー用素材の熱・水分移動特性, 鋤柄佐千子, 繊維製品消費科学会誌, 41, 609-613 (2000)
- 6) スポーツウェア用編地の放熱特性, および肌離れ性に関する研究-第2報: 運動時の体温変化に及ぼす影響-, 平林由果・菅屋潤壹・鈴木一乃・石丸園子・西山哲成・西村直記, 生理人類誌, 5, 23-30 (2000)
- 7) Bending Vibrational Properties of Polyester Shingosen Fabrics, Mitsuo Matusudaira, Ruquan Zhang, and Huining Pan, *J. Text. Mac. Soc. Japan*, 45, 101-107 (1999)