

女子ラクロスのユニフォームのデザイン（第1報）

安部景子*・吉田絃子*

（2004年7月30日受理）

The Design of the Uniform of Woman's Lacrosse I

Keiko ANBE* and Hiroko YOSIDA*

(Received July 30, 2004)

1. はじめに

もともと北インディアン人の格闘技として行われていたラクロスは1986年に日本に入ってきた。ラクロスの名門大学を卒業したノリオ・エンドー氏（日系2世）の「ラクロスというスポーツを通じて国際交流を持ち、お互いの文化に対する理解が深まれば、将来摩擦を減らす助けになるのではないか」という考えがきっかけとなり、慶応義塾大学男子学生数人との交流により、日本にラクロスがもたらされた。また、女子ラクロスは、翌年の1987年にもたらされた（ラクロス協会1994）。ラクロスは日本に上陸してからまだ18年と歴史が浅いため、私達の生活の中で親しみのあるスポーツとは言えないが、メディアの効果もあり、世に広まりつつある。テレビドラマの中で「女子ラクロス」が取り上げられた際、ミニスカートを着用しているため、「かわいい」スポーツとして捉えられ、急速に普及したとされている。この女子ラクロスを象徴するミニスカートは、スコットランド民族衣装のタータンチェックのキルトが起源だと言われている。このキルトは戦場に行く男たちには欠かせないものであり、敵の攻撃から守り、効果的に反撃するといった役割があるとされていた。このような歴史がミニスカートに込められたと考えられる。

女子ラクロスは「かわいい」スポーツ競技というイメージもあって、女子に人気が集まり、現在の競技人口の割合も男子と女子プレーヤーの比率は、1:2となっている。また、現在のラクロス競技人口は1万8000人を超えており、学生プレーヤーは約13000人、クラブチームプレーヤーは約5000人、日本ラクロス協会加盟チームは、学生、クラブチーム合わせて約360チームにまで広がっている（日本ラクロス協会1994）。

また、メディアでは女子ラクロスが大々的に取り上げられているため、女子のみの競技のように思われがちであるが、ラクロスには男子ラクロスと女子ラクロスがあり、実際に日本には男子ラクロスの方が早く伝わっている。同じラクロスではあるが、競技の方法も全く異なり、男子ラクロスはコン

*茨城大学教育学部被服学研究室（〒310-8512 水戸市文京2-1-1；Laboratory of Clothing, College of Education, Ibaraki University, Mito, Ibaraki 310-8512, Japan）

タクトスポーツであり、すべてのプレイヤーが防具を必要とする。それに対して、女子ラクロスはゴールキーパー（ゴールキーパー）のみが防具を必要とする。しかし、女子ラクロスも男子ラクロスまでとはいかないが激しい競技であり、アメリカでは「アイ・マスク」の着用を規定に入れる動きも出ている（増本・小山，1999）。また、実際口にマウスピースを着用しなければならなかったり、汗だくでぶつかり合う場面もあるなど激しいスポーツでもある。そのためユニフォームは、吸汗速乾性に優れたポロシャツ、「かっこいい」「上手そう」などの心理的効果を及ぼすミニスカート、下半身の動きをスムーズにし転倒の際のけがを防ぐためのスパッツなどがあるが、それぞれ快適なプレーができるように工夫されていなければならない。

しかし、実際には、「ポロシャツの汗のべとつきが気になる」「ミニスカートが長すぎる」など機能性の欠けたユニフォームもみられる。特にミニスカートには、装飾が優先され、運動機能性としての働きが明確ではない。また、ラクロス製品を扱っているスポーツ店は全国でも少ない。そんな中で自分にあったユニフォームを選択し、ユニフォームの効果を発揮させるのは難しい。

そこで本研究では、文献や市場調査、女子大学生プレイヤーの意識調査、試合のビデオなどをもとに女子ラクロスのおもなユニフォームである「ポロシャツ」「ミニスカート」「スパッツ」について、どのような機能が要求されるかということを考察し、さらにユニフォームの素材分析や着用実験の結果をもとに、どのようなものを着用すれば快適にプレイできるか検討する。

2. 実験方法

2.1 試料

女子ラクロスのユニフォームの規定に基づき市場調査を行い、衣料素材（繊維）、組織構造、被服構成、価格などの点から特徴的な8種類のポロシャツを選定した。新しい新素材としては吸湿性および吸水性についての加工方法の異なる4種類を選定した。選定した試料の種類及び静的性能を表1に示した。

2.2 実験方法

1) 引っ張り強伸度、引き裂き強度

インストロン型引っ張り試験機（島津製作所製 DSS・500）を使用し、それぞれJIS（L1018）に準じて測定した。

2) 吸湿性

試験片を絶乾状態にした後、室温（15～20℃、湿度56%）に放置し、吸湿量の経時変化を測定した。ほとんどの吸湿量は90分で平衡に達した。吸湿率は次式によって求めた。

$$\text{吸湿率(\%)} = \frac{\text{吸湿時の布の重さ} - \text{絶乾状態の布の重さ}}{\text{絶乾状態の布の重さ}} \times 100\%$$

3) 吸水性

吸水速度と吸水率を測定した。吸水速度はバイレック法により求めた。

吸水率は、7.5 cm × 7.5 cmの大きさの試験片を、純水を入れたビーカーの中に落とし、20分間浸漬したのち、吸取紙の間にはさんで、一定の重さをかけ脱水し（1 kgを1分）直ちに試験片の重さ

表1 試料の静的性能

試料記号	メーカー	組成	素材の構造	重さ g/cm	厚さ mm	見かけの比重 g/cm	含気率 (%)	糸の太さ (テックス)	糸密度 縦×横
A	P社	綿 100%	鹿の子	0.020	0.860	0.232	84.9	38.5	12 × 21
B	N社	綿 65% E S 35%	鹿の子	0.018	0.837	0.216	85.7	14.6	19 × 23
C	L社	綿 65% E S 35%	鹿の子	0.016	0.776	0.270	86.1	14.1	16 × 21
D	L社	E S 100%	天竺編み	0.014	0.495	0.319	76.8	8.4	19 × 21
E	A社	E S 100%	変形ゴム編み	0.014	0.751	0.186	86.5	9.4	52 × 25
F	U社	綿 83% E S 17%	鹿の子	0.022	0.862	0.255	83.1	21.3	12 × 23
G	T社	綿 70% E S 30%	鹿の子	0.023	0.862	0.267	80.0	17	18 × 24
H	R社	綿 50% E S 50%	交編み鹿の子	0.016	0.764	0.210	85.6	18.5	17 × 27

E S：ポリエステル

注) 試料記号A～Dはユニフォームとして使用されている素材である。

試料記号E～Fは、吸汗機能を高めた新素材である。なお、C、G、Hは組織構造、E、Fは繊維に吸汗速乾性を高める加工がなされている。

E S：ポリエステル

注) 試料記号A～Dはユニフォームとして使用されている素材である。

試料記号E～Fは、吸汗機能を高めた新素材である。なお、C、G、Hは組織構造、E、F。

を秤量して、次式により吸水率（飽和吸水率）を算出した。

$$\text{吸水率} = \frac{\text{吸水後の布の重さ} - \text{吸水前の布の重さ}}{\text{吸水前の布の重さ}} \times 100\%$$

4) 透湿性

蒸発法・JIS (L 1099) に準じて行った。

5) 通気性

実験台にチョークで10 cm間隔に印をつけた後、ししゅう枠に試験片 20 cm × 20 cm を取りつけ、5 mmの長さで切った発砲スチロールを10個並べる。口を試験片に近づけて一定の力で息を吐き、発砲スチロールの飛んだ距離を測り、10個の平均を出し、その飛距離をもとに通気性を比較した。

6) 乾燥性

吸水率試験で吸水した試料を室温（25℃、65% RH）に放置し、試験片がほぼ乾燥するまでの吸水率の経時変化を調べ、得られた脱湿曲線から、乾燥性を示す脱湿速度定数を次式より求めた。

$$\text{脱湿速度定数} = \frac{1}{30} \log \frac{X_1 - C}{X_2 - C}$$

X_1 ：水分が50%になった時の水分率 X_2 ： X_1 に達してから30分経過後の水分率

C：脱湿平衡水分率

7) 剛軟性

ハートループ法、カンチレバー法により行った。

8) UVカット性能

分光光度計（島津製作所製 2001）を使用し、透過率を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 衣料素材の構造特性

現在、女子ラクロスのユニフォームとして使用率が高いのはA（綿100%）、C（綿60% 35%）、D（ポリエステル100%）の3種類である。Aは通常の鹿の子編みポロシャツ、Cは布の構造に加工がされているもの、Dは疎水性繊維を用いた光沢ある素材である。この他にも現在では各メーカーで吸汗速乾性を高めたポロシャツが種々開発されている。

この吸汗速乾性機能は、主に夏に試合が行われるラクロスをはじめ発汗が多いスポーツにとって特に必要とされる機能である。人体からの水分の発散は、気状水発散と液状水発散の二形式に分けられる。汗によるむれ感、べとつき感をなくして着心地を向上させるために、前者に対しては吸湿性（吸汗性）を、後者に対しては吸水性を高め、さらに衣料の外側に水分を発散させる透湿性を高める加工が施されている。これらの加工の方法は衣料によって異なっており、次のような種類がある。

1) 親水性繊維と混紡することによって、吸湿性・吸水性を与える。

これは従来から、一般的に行われてきた改質加工である。試料D・E以外はすべて混紡率は異なるが、親水性繊維の綿と疎水性繊維のポリエステルを混紡したものである。

2) 繊維、糸あるいは、布構造を多重構造にして吸湿・吸水性を高める。

試料C・Hは皮膚に接する側に親水性繊維を使用し、この吸湿・吸水層で汗を吸いとり、2層目の疎水性繊維が粗く編みこまれた導水層で布表面へ移送し、3層目のより粗く編みこまれた発散層を通して発散される。Cはさらにその上の層に親水性繊維が配置し、疎水繊維で導水した汗を逆送しないようになっている。

3) 2)と同様の構造であるが、1)とは逆に皮膚に接する層に疎水性の合成繊維を使用し、その外側の層によく汗を吸うように加工された親水性の綿を使用した2層構造になっている。

試料Gは皮膚に接する布裏面に極細の疎水性繊維ポリエステルを使用することによって、毛細管現象を利用して汗を吸い取りやすくしている。外側の層には親水性の綿を使用し、汗が素早く外側に移動するようになっている（竹内・山本，1984）。

4) 合成繊維を親水化させ、吸水性・吸湿性を高める。

その方法としては、ポリマー分子構造の親水化、表面構造の異型断面化、アクリル繊維に微多孔をあけた微多孔ポリエステル繊維などの加工が行われている。試料Eはポリエステルの異型断面化することによって吸水力を高めているものである（繊維学会，1984）。

3.2 耐久性能

引っ張り強度、伸度についての結果を図および図1、図2に示した。編み物の特性であるが、強度に比して伸度が非常に大きい。強度は試料Dをのぞいてコース方向の方がウエル方向よりも1.5倍の強度を持っている。また、綿100%の試料Aは混紡の試料B、C、F、G、H、と比べると強度が弱い。伸度は、平均して142%で、コース方向の伸度のほうがやや大きい。

運動時における皮膚の最大の伸びは、たて方向では前腋点で38.6%、横方向では41.3%（どちらも側拳180°の場合）となっている。また、着脱衣の衣服の変形も、たて方向に比べコース方向は

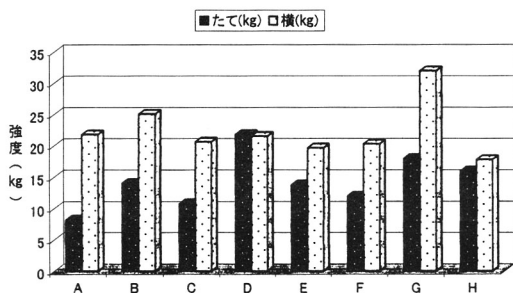


図1 布地の引っ張り強度

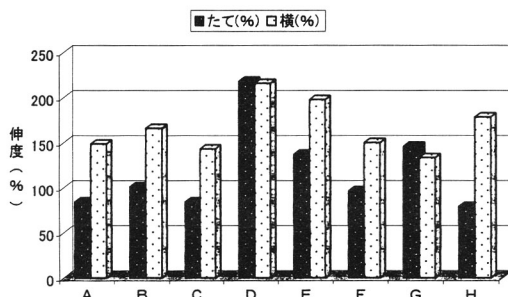


図2 布地の引っ張り伸度

かなり大きい。したがって、ユニフォームに使用されている素材及びスポーツ衣料用の新素材は強度は小さいけれども、伸度が非常に大きいため、着用時の支障は少ないと考えられる。

引き裂きの強さは、布地の裂け目に対して直角の方向に荷重をかけたときの布の引っ張り抵抗、せん断抵抗である。衣服は引っ張りによって破れるよりも、かぎ裂きなどのように引き裂かれて損傷することが多いので実生活においては重要な耐久性能である。結果を図3に示した。

引っ張り強度は、試料Fをのぞいて大きな差は見られなかったが、ポリエステル100%のD・Eがもっとも強度が大きく、ウエル方向で6 kg、4.37 kgだった。引き裂きに対しては、コース方向の方がわずかであるが、大きかった。卓球ウェア (0.91 ~ 1.94)、テニスウェア (1.4 ~ 2.3) に比べると、本実験で使用したポロシャツの強度は2.4 ~ 6 kgと強い。

また、強度と厚さの関係 (相関係数 $r = 0.294$) を見ると、最も厚い試料Gが最も強度が大きく、最も薄かった試料Dの強度が小さい (図4)。重さと強度の相関 ($r = 0.73$) をみると、比較的重さの重いものほど強度が大きい (図5)。全体的に試料によるばらつきは少なかった。

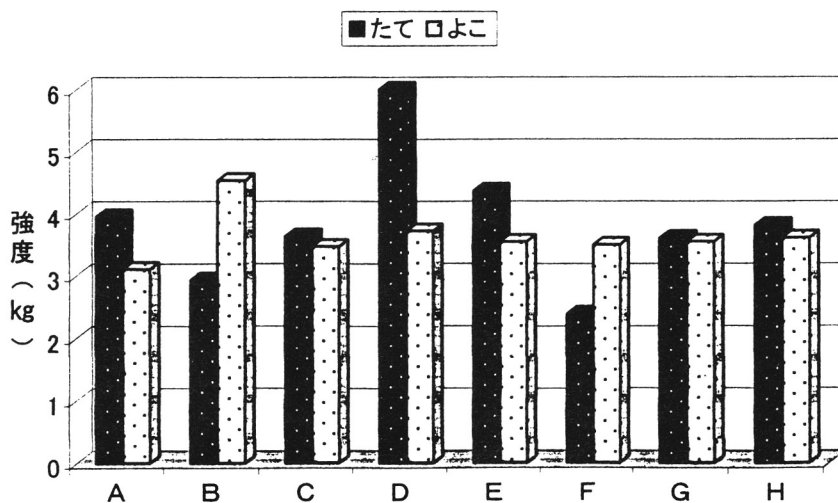


図3 布地の引き裂き強度

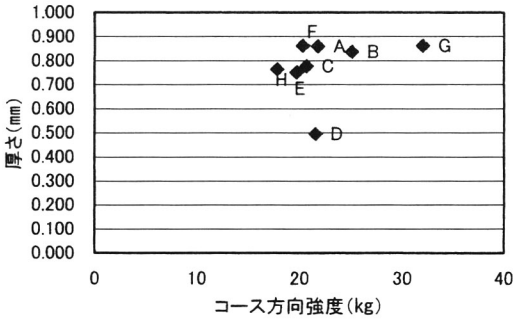


図4 布地の厚さと引っ張り強度の関係

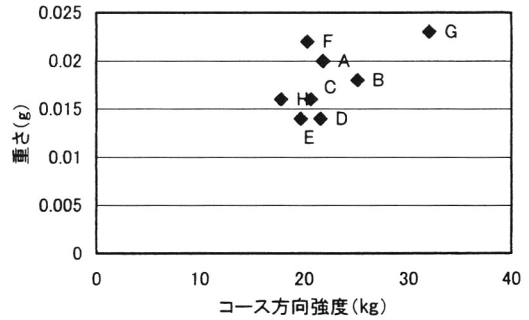


図5 布地の重さと引っ張り強度の関係

3.3 水分伝達性能

素材の水分伝達性能としては、吸湿性能、吸水性能、透湿性能、乾燥性能が考えられる。繊維の親水性を示す目安として吸湿率・吸水量、吸水速度の速さを示す目安としてバイレック法による吸水速度、気相水分の通過しやすさを示す目安として蒸発法による透過率、液相水分の通過しやすさを示す目安として発泡スチロールの飛距離をもとにした通気性、乾きやすさを示す目安として脱湿乾燥速度定数を測定した。

(1) 吸湿率

全試料の中で最も吸湿率が高かったのは、試料 A（綿 100%）だった（図6）。次いで試料 F が吸湿率が高く、綿の混紡率が影響していると考えられる。また、布の構造が異なる試料 C, G, H については大きな差は見られなかった。これは、吸湿が布の構造ではなく、繊維自身の吸湿構造に影響される（中島・進藤 1981, 鈴木 1983）ためである。そのため、試料 D, E は同じポリエステル 100%であるが、異型断面繊維を使用している Eの方が吸湿率が多少ではあるが高かった。

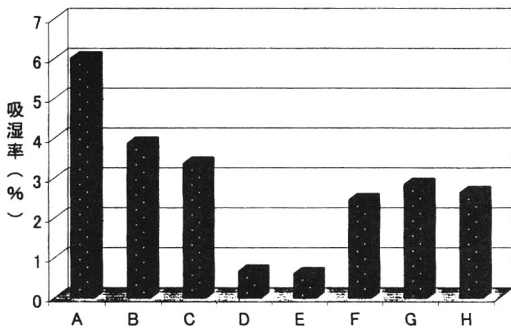


図6 布地の吸湿率

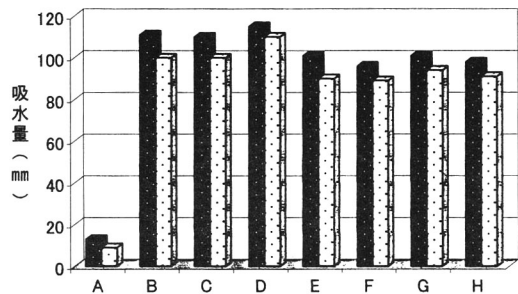


図7 布地の吸水性（バイレック法）

(2) 吸水速度

バイレック法により吸水速度の測定を行った。10分放置したときの水の高さ（cm）について、ウェルとコースの平均値をとった値を図7に示す。10分後に最も多くの水分を吸収したのはウェル・コースにおいても試料Eだった。試料Eはポリエステル100%にも関わらず吸水量が多かった。これはポリエステル繊維が異型断面繊維であるからである。その反対に、公定水分率が高い試料A（綿100%）が最も吸水量が低くなっている。これはポロシャツが製造される過程での加工剤などが影響したと考えられる。

吸水高さの経時変化を見ると、どの試料においても4分後までのグラフの傾きが大きく、4分後までの吸水速度が最も速い。また、バイレック法は布の一端を水に浸した時の吸上げ速度を見ていくもので、繊維そのものの吸水力の他に繊維間隙への毛細管現象による影響が大きい、つまり布の構造が影響しやすいということであり、ここでは布の構造で差が見られた。2層構造のH、Gと3層構造のCと比べると、3層構造のCの方が吸水速度が速く、また、内側が親水性繊維のC、Hと内側が疎水性繊維のGと比べると、内側が親水性繊維のC、Hの方が10分後の吸水量、吸水速度においても優れていた。

(3) 吸水率

試料を20分間純水に浸漬した直後の吸水率を図8に示した。最も吸水率が良い素材は吸水率が141.8%で試料F、次いで131%の試料Aとなった。最も低かったのは、試料Dでポリエステル100%のものだった。全体的に吸水性の高いものは親水性の綿の混紡率が高いものが多かった。しかし、試料Eは、疎水性繊維であるにも関わらず、吸水率が高かった。これは物理的加工が影響したと考えられる。また、布の構造の違いでは、吸水速度では3層構造のCが優れていたが、吸水率では2層構造の方が優れており、またその中でも内側が親水性の試料Hの方が優れていた。

(4) 透湿率

透湿率は、5分後と150分後の値を図9に示した。5分後では試料Dが最も透湿性が高く、次いで綿100%の試料Aだった。5分後では試料のばらつきが大きい。それに比べて、150分後では

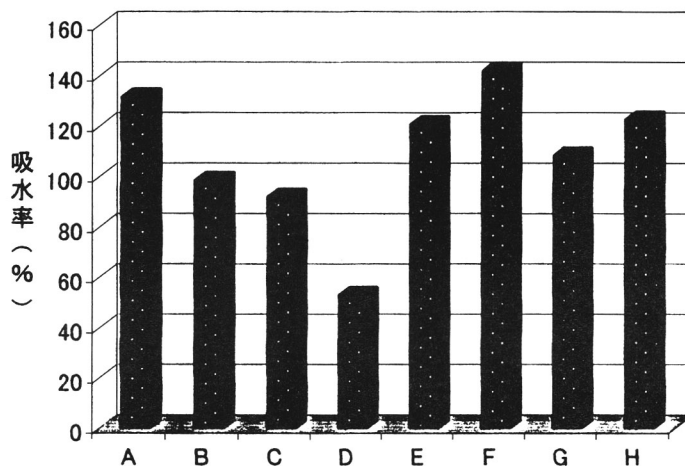


図8 布地の吸水率（浸漬法）

ばらつきが少なくなる。最も透湿率が高かったのは試料 A, 次いで綿の混紡率が 83% の試料 F だった。

このように綿の混紡率が高いもののほうが透湿性に優れているのは、繊維自体の水の吸収力が異なるからである。透湿は、布の構造と繊維内部の水分移動によるものであり、親水性繊維の場合には、織物が密になっても、繊維自体の吸収力が高いため拡散抵抗は変わらない。しかし、疎水性繊維の場合、繊維自体の吸収力が弱いため、織物が密になっていると透湿性は低くなるのである。

(5) 通気性

通気性は織物を構成する繊維自体の性質よりも、織物の形態によって決まってくる。例えば織物が密になればなるほど、地が厚いほど通気性は悪くなる。通気性は、試料 G がもっとも大きく、次いで試料 C、B、H であった（図 10）。また、通気性は透湿性に関与しており、通気性が高ければ

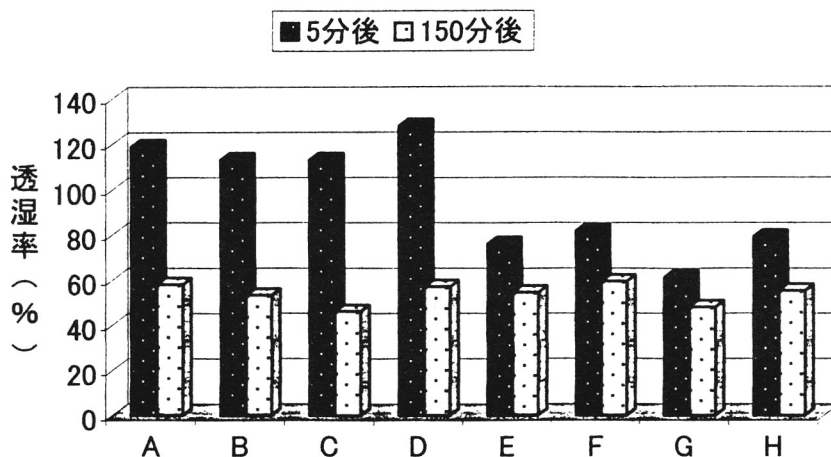


図9 布地の透湿率

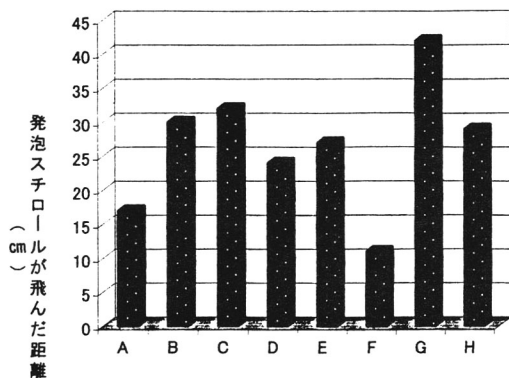


図10 布地の通気性

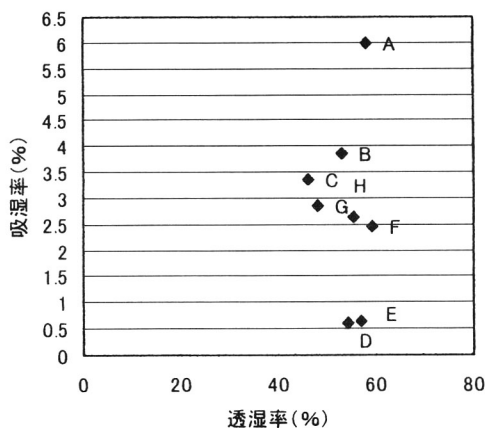


図11 布地の吸湿率と透湿率の関係

透湿性も高くなる。しかし、今回の実験では、通気性の悪い試料 A・F が透湿性が高くなり、通気性の良いと思われる試料 G が透湿性が低かった (図 11)。これは、糸の密度や布地の厚さなど静的性能の部分が大きく関与しているためと考えられる。

(6) 乾燥性

乾燥性を評価する指標として、脱湿速度定数を求めた (図 12)。脱湿速度定数は、脱湿速度曲線の勾配から求め、値が大きいほど乾きが速い (図 13)。値は試料 E が最も大きく、試料 F、試料 A の順であった。異形断面繊維を使用している試料 E は、吸水性、乾燥性ともに優れている。逆に、試料 D は吸水率も小さく、乾燥性も悪いので、着用時に汗をかいた場合不快感を感じる事が推測できる。最も小さかったのが試料 C だった。また、脱湿速度定数と、吸水率には負の相関が見られた。

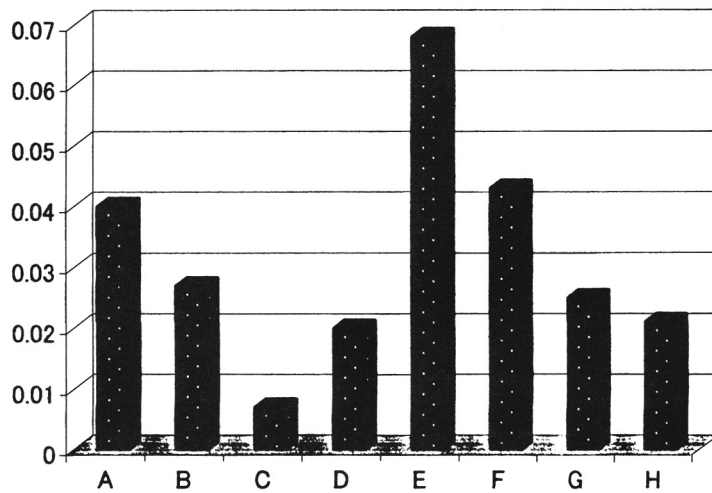


図 12 布地の脱湿速度定数

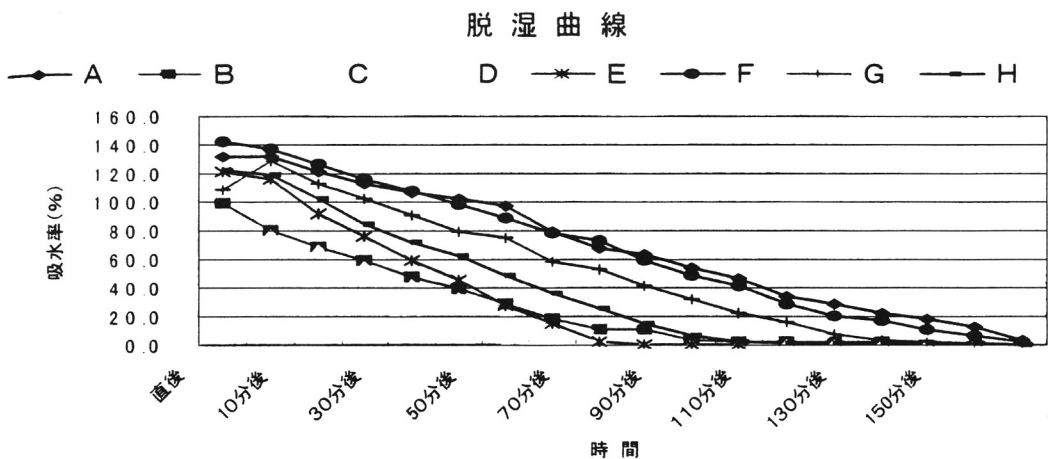


図 13 布地の脱湿速度曲線

水分伝達性能に影響する性能について検討した。吸湿性は厚さ、糸の太さ、吸水速度との相関が高いが、透湿性との相関は小さい（表2）。透湿性は通気性との負の相関が高い。水分伝達性能に対する影響の大きい吸湿性と透湿性との関係から、水分伝達性能を大きく3つのグループに分けた。1つは、試料B, C, F, G, Hの綿とポリエステル混紡の集団で、この5つの試料は、吸湿性、透湿性に差が少なく水分移動の面で優れている。2つ目は、疎水性繊維100%の試料D, Eで、この2つの試料は繊維自体に水分をためることができないため、繊維間隙を水蒸気が通り抜けていくため透湿性が高くなっている。3つ目は、綿100%の試料Aで、吸湿率、透湿率共に優れている。これは繊維自体が親水性、吸湿率が高いため、水蒸気が繊維間隙を透過する際の障害が少なくなり、吸水率の上昇による透湿率低下が小さいと考えられる。

表2 試料の水分伝達性能間の相関表

	吸湿率	吸水率	吸水速度 (たて)	透湿率	通気性	脱湿速度定数	厚さ	重さ	含気率	糸の太さ
吸 湿 率										
吸 水 率	0.456073									
吸 水 速 度	-0.7838	-0.49522								
透 湿 率	-0.02336	0.359642	-0.48657							
通 気 性	-0.09389	-0.38502	0.510124	-0.87837						
脱湿速度定数	-0.17593	0.538154	-0.163	0.510007	-0.40791					
厚 さ	0.710911	0.807249	-0.42657	-0.08868	0.000561	0.205427				
重 さ	0.532822	0.525679	-0.44133	0.028619	-0.05826	0.000824	0.732889			
含 気 率	0.436542	0.583415	-0.16683	-0.058	-0.07515	0.27317	0.570636	-0.12739		
糸 の 太 さ	0.84329	0.606314	-0.97288	0.380614	-0.43632	0.097586	0.569838	0.558175	0.2343992	

3.4 感覚性能

ハートループ法により測定した結果を図14、カンチレバー法により測定した結果を図15に示す。感覚性能つまり布の剛軟度は、曲げに対する剛さを数値化したもので、ごわごわ感や硬さなどの触感に関係している。ハートループ法ではウエル方向、コース方向で大きな差はなく、多少混紡率による差が見られた。最も剛軟度が大きかったのは綿70%・ポリエステル30%の試料Gで、次いで綿65%・ポリエステル35%の試料B, Cだった。最も小さかったのは、綿100%の試料Aで柔らかく、着心地がよい素材といえる。カンチレバー法も同様に、ウエル方向、コース方向では大きな差は見られなかった。また、コース方向で1.25cmと綿100%の試料Aが最も柔らかく、Gが3.106cmと最も硬く、ハートループ法と同様の結果となった。

3.5 UVカット性

それぞれの試料の透過率を測定し、UVカット性能の評価を行なった。紫外線の波長の範囲（300～400nm）における紫外線の遮蔽効果は、透過スペクトルから比較すると、全試料の中で、最も透過率が低く、紫外線を遮蔽していたのは、U社のFだった。これは紫外線遮蔽性能が表示してあり、その表示にふさわしい結果となった。次いで透過率が低かったのが、Hで、これは特に紫外線遮蔽性能を表示したものではないが透過率が低かった。3番目には、EとGが透過率が低かった。Eは、紫外線遮蔽性能が表示してあった。Cは紫外線防止を表示してあるものではあったが、8種類の中でも5番目に透過率が高く、紫外線遮蔽性能において特に優れているとは言えなかった。最も透過

率が高かったのはA（綿 100%）だった。もともと綿はポリエステルよりも紫外線を遮蔽しやすいとされているので、このような結果につながったと考えられる。

最も紫外線遮蔽性能に優れていたのは紫外線遮蔽性能の表示があるFだった。次いで紫外線遮蔽性能の表示があるE、表示がないHだった。このように紫外線遮蔽とうたわれていないものの方が紫外線遮蔽効果を有しているという結果になり、表示の適正さが問題となっている。各メーカーで紫外線を遮蔽に対する基準が異なっているためと考えられる。

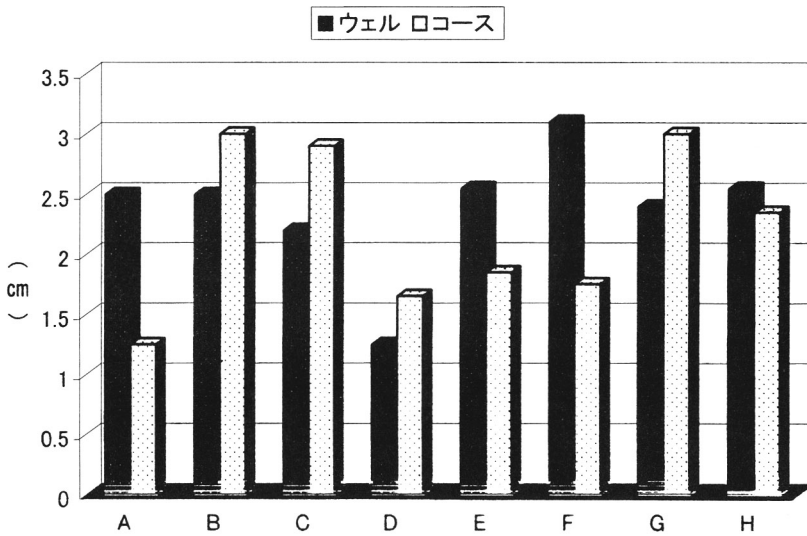


図 14 布地の剛軟性（ハートループ法による）

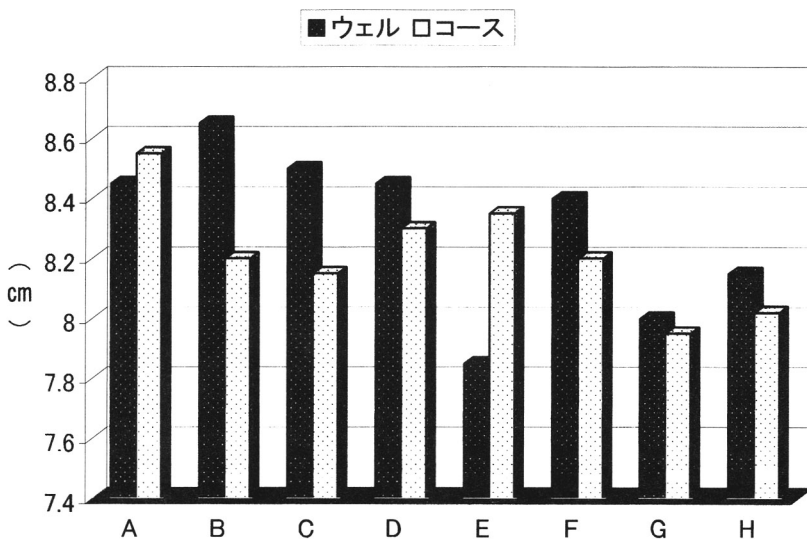


図 15 布地の柔軟性（カンチレバー法による）

4 まとめ

ユニフォームに使用される素材は軽量であればあるほど体への負荷が少なくなり、動きやすい。そこで静的性能実験の重さの結果を見ると、ポリエステル100%の試料D・Eが軽量で最も軽かった。この試料D・Eにおいては耐久性能においても優れており、引っ張り強度・引き裂き強度共に、1, 2番目に高かった。また、引っ張り伸度においても、全試料の中でも、1, 3番目に優れている結果となった。強度において最も優れていたのは、試料G（綿70%ポリエステル30%）であった。この試料は綿の混紡率が高いにもかかわらず、強度が強かった。試料Gは厚さも最も厚く、重さも重かった。このように布の強度には布の構造、重さ、布の厚さなどが影響している。

汗をかく競技では欠かせないスポーツウエアの機能である水分伝達性能は、吸湿性では、親水性繊維である綿あるいは、綿の混紡率の高い、試料が優れており、疎水性繊維である試料D・Eは、低い傾向にあった。吸水性は、吸湿性と同様に、試料A・Fが高く、試料Dは最も吸水率が低かった。試料Eは、異型断面素材ということもあり、吸湿率は試料A・Fに次いで高かった。また、試料は、含気率、乾燥性も高かった。

しかし、吸水速度は試料Eではなく、試料Dが最も優れていた。また、吸水した汗を布の外へと通過させる透湿性も最も優れていた。透湿された汗はすばやく乾燥されなければ、肌に不快感を生じさせることになり、乾燥性も重要な性能である。この乾燥性においては試料Dは最も低い結果となった。それに比べ、試料A・Fは透湿性・乾燥性がバランス良く優れており、肌に不快感を生じさせにくい素材といえる。

布の構造の違いについては、内側が疎水性にGと内側が親水性のC、Hを比較すると水分伝達性能に大きな違いは見られなかった。

感覚性能は、ポリエステルが比較的硬く、綿が柔らかい。紫外線遮蔽性能は、ラクロスにとって欠かせない機能であるが、ほとんどの試料に遮蔽効果は見られた。

引用文献

- 中島利誠・進藤緑. 布の乾燥機構. 繊維機械学会誌 37, 347-353
ラクロス協会. 1994 女子プレーヤーのためのはじめてのラクロス. 山海堂
増本項・小山亜希子. 1999. 大学ラクロス競技における傷害調査. 臨床スポーツ医学, Vol.16, 1089-1092
繊維学会. 1984. 新しい衣料素材. 文化出版局. 131-171
鈴木淳. 1983 布の水分伝達特性の評価に関する2, 3の測定. 繊維機械学会誌 39, 246-251
竹内高郎・山本勇 1984 吸汗発散機構素材” スパッシー_R”について, 繊維科学 272, 15-25