

センサーによるガードル衣服圧の測定

斉藤 秀子

1. 緒言

ファンデーションのなかでも、特にガードルの衣服圧については、吉川¹⁾、生田²⁾、渡辺ら³⁾により報告されている。しかし、これらは市販の製品を対象としているためガードルに複雑な構成要素が含まれ、また、同一ガードルを腰部形態の異なる被験者が着用することにより加圧水準が一定になり得ない等の問題を含んでいると考えられる。一方、衣服圧の測定方法としては、被服と人体間に各種センサーを挿入し測定する方法と、Kirkらの式を用いて着用衣服の伸長変形応力と人体の曲率半径より求める方法がある。そして、いずれの方法も様々の問題点を含むことは従来より指摘されている。

このように、実際に着用する衣服の衣服圧測定は、供試衣服、測定方法の両者に多くの問題点を残している。しかし、衣服圧は着衣の拘束性を評価する指標のひとつとして重要であり、これらの問題点の解決が待たれる。

本報告では、胴下部および大腿部体表面展開図をもとに設計、試作し、加圧水準の標準化を計ったガードル着用時の衣服圧を測定し、解剖学的に見た皮膚面の弾性と衣服圧および圧感覚との関係、さらにセンサーによる衣服圧測定上の問題点について若干の考察を試みた。

2. 実験方法

1) 被験者

被験者は、年齢21から24才の健康な女子5名である。その身体的特性を、モリソンの関係偏差接線により、全国平均値と比較すると図1のようである。身長、体重および胸囲は、全国平均 $\pm 1.5\sigma$ の範囲内にあるが、他の項目では、被験者Mの胸囲、被験者Mmの腰囲のように、胴下部における体形的差異が認められる。

2) 試料

試料は、ガードル素材中最もハードな素材として一般に広く使用されているパワーネット一種とし、その諸元を表1に示した。

3) 静止時胴下部体表面展開

石膏法により、静止時胴下部および大腿部体表面を採取し、不織布によりピース別展開を行った。体表面上の基準線および石膏採取方法は既報のとおりである。

採取した各ピースは、次の展開基準に(図2)に従って方眼紙上に展開した。

① 全面においては前腋窩線を、後面において後腋窩線を縦軸とし、胴囲線を横軸とする。

② ピース相互はできるだけ多くの点や線で接続しかつ重ならない。

③ ピース間の空間部分は、できる限りa,bで示される空間に集約する。

4) ガードルの作成

i) ガードル収縮率の設定

ガードル収縮率の設定は横方向のみとし、収縮率は0、5、10、15、20%の5段階とした。

ii) ガードル製図

収縮率0%のガードル製図は、静止時胴下部体表面展開図を用い、次の方法に従い行った。図2はその1例で、体表面展開図を細線でそのピース名ともに示し、ガードル製図を太線で示したものである。

① ガードル製図のタテ方向輪郭線は、体表面展開図上の正中線、乳頭線からソケイ線に継続した線、腋窩線、肩甲線から後部ソケイ線に継続した線、後正中線から股

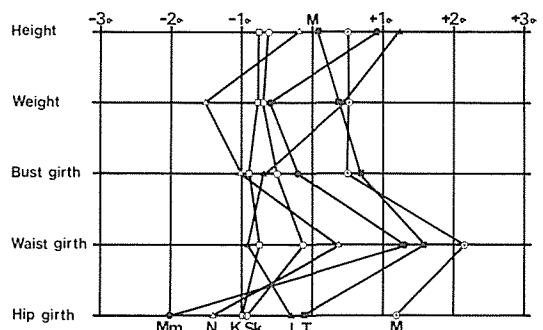


図1 被検者の身体特性

表1 試料の諸元

Name	Composition (%)	Yarn number (D)	Density of yarn (gauge/2in)	Thickness (mm)	Direction	Tensile strength and tensile elongation		
						Tearing strength Percentage (%)	Weight (kg/5cm)	30percent strain of weight (g/5cm)
Power net	Nylon80 Poly- ester20	70	48	0.45	Wale	546	38.5	640
		280			Course	340	46.0	1160
					Bias	270	27.0	760

下線とし、縫製時支障のないよう、直線またはなだらかな曲線に修正する。この時、相対する各線の長さは、体表面展開図上のピース間空間を考慮に入れ、胴囲線、大腿囲線、ソケイ線付近で延長または短縮により調整する。

② ヨコ方向輪郭線は、タテ方向輪郭線をヨコ方向に結ぶ線とするが、この時、体表面展開図上の線と一致するよう配慮する。

収縮率0%ガードル製図をもとに、次の方法により、収縮率5、10、15、20%のガードル製図を行った。

① ヨコ方向基準線は、腰囲線を通る直線、この線と平行の胴囲線、および大腿線上の輪郭線と接する線とする。タテ方向基準線は、ヨコ方向基準線と垂直に交わり、前腋線、後腋線を通る線、および、ピース FM8とFM9、ピース FM9とBM'9またはBM10において、各々のピースが接触する点を通る線とする。

② ヨコ方向収縮は、FM、FL、とFL'、BL'とBL、BMのピース列におけるタテ方向基準線上にて行い、特に、FM9とFM10、BM9とBM'9においては、股下線上の輪郭線を内側へ移動することによりこれを補う。

iii) ガードルの裁断、縫製

図3は、収縮率0、5、10、15、20%各水準のガードル着装図である。胴部にニット用ベルトを付け、縫製条件はすべて一定とした。布目は、ガードルタテ方向基準線をたて方向に、ヨコ方向基準線をよこ方向に通した。

5) 衣服圧の測定

i) 衣服圧測定点

衣服圧測定点は、図4に示すように、左胴下部における、胴囲線、腰囲線、股溝線上の各縦方向基準線の中間点とし、測定不可である腰囲線、股溝線上の前正中線と乳頭線間、股溝線上の肩甲線と股下線間は除いた。さらに、ソケイ線と膝蓋骨中点を結ぶ線の間中点を加えて、計16点とした。その名称は、FM (front medial) 6、

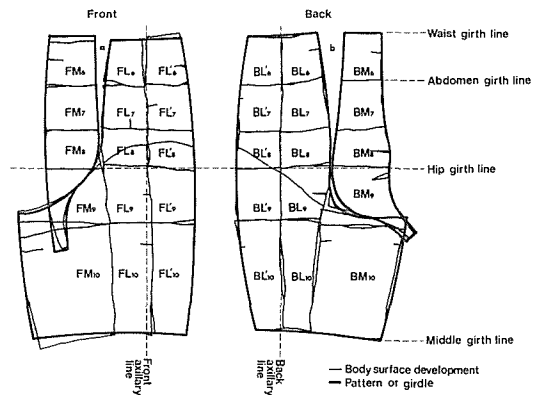


図2 体表面展開図に基づくガードル製図

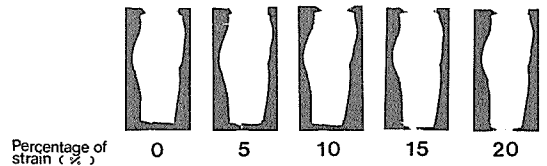


図3 実験用ガードル

FL (front lateral) 6、8、9、10、FL'6、8、9、BM (back medial) 6、8、BL (backlateral) 6、8、9、BL'6、8、9とした。

ii) 衣服圧の測定

受感部には、キュライトLQL-125-25型トランスジューサーを用い、較正は空気圧による方法によった。静立位状態の被験者の測定点に、受感部の受圧面を皮膚面に向けて置き、受感部から5mm離れた位置をテープで固定し

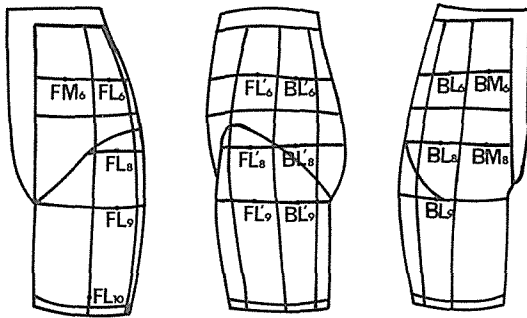


図4 衣服圧測定点

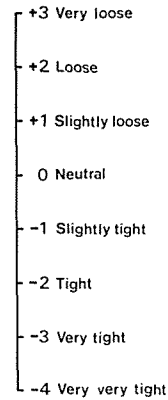


図5 圧感覚の評価尺度

た後、衣服圧測定装置の示度の読みを0に調整した。次に、受感部の上にガードルを着装し、この時の衣服圧を読み取った。ガードルの着装は裸体にて、縫い代は外側とした。測定は繰り返して3回である。

6) 圧感覚の評価

図5に示す3(非常にゆるい)～4(非常に非常にきつい)に至る8段階評価により、ガードル全体、腹囲および腰囲における前面、側面、さらに大腿前面の圧感覚判定を行った。

7) 円形捺印法によるガードル局所的変形の測定

円形印は、直径48.0mm、高さ46.0mmのステンレス製で、1mm角の棒をその周径を4当分の1位置にはり付け、縦、横に伸縮性のある糸を張ったものである。

ガードル装着時の被験者の測定点に、円形の中心を合わせ、円形印の縦糸がガードルのたて方向布目に合うように配慮して、捺印を行った。次に、脱衣後のガードル上に捺印された円形のタテ、ヨコの長さを鋼鉄製定規で測定し、これよりタテ、ヨコ各方向の着衣時ガードル局所伸長率を求めた。さらに、円形をトレーシングペーパーに写し取り、その面積をプランイメーターを用いて測定し、ガードル局所伸長率を求めた。

表2 分散分析表(衣服圧)

Factors	S	ϕ	V	F
A (percentage of strain)	29770.0	4	7442.5	9.2**
B (region)	29769.7	15	1984.6	2.5**
C (subjects)	29770.2	4	7442.5	9.2**
A×B	29770.3	60	496.2	0.6
A×C	29770.4	60	1860.6	0.6
B×C	29770.2	16	496.2	2.3**
E	194408.4	240	810.0	

difference significant (*0.05<F, **0.01<F)

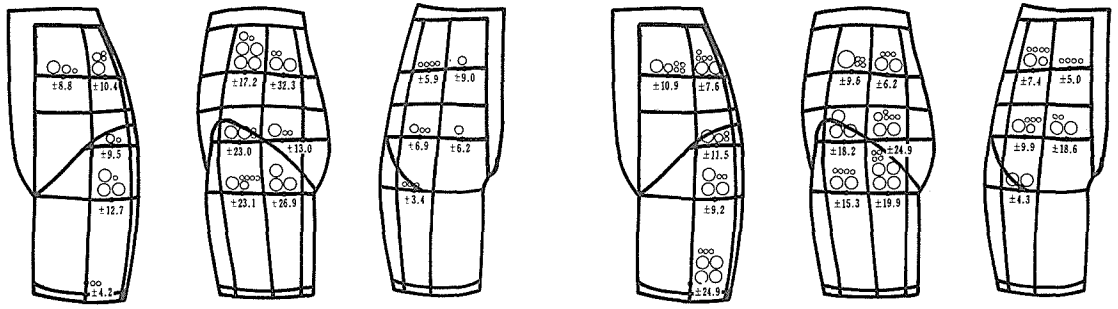
8) 曲率半径の測定

採取した石膏型の内側表面のヨコ基準線の上に、長さ30cmのヒューズを合わせ、水平断面を採取した。これをトレーシングペーパーに写し、衣服圧測定点における曲率半径を求めた。

3. 実験結果および考察

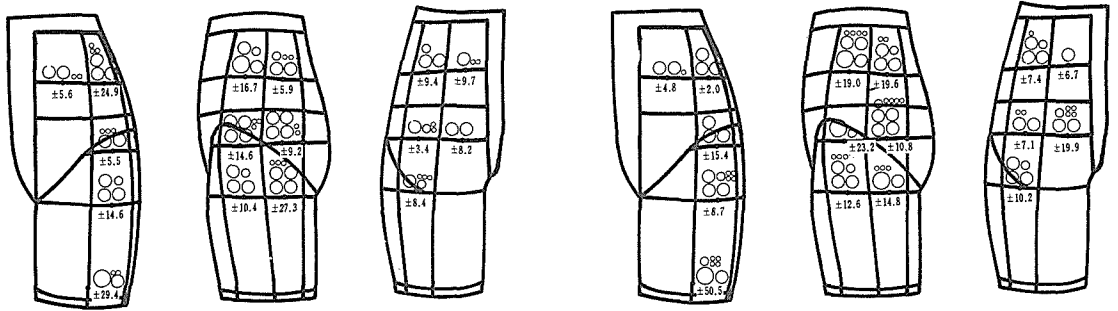
1 静止時衣服圧の要因

各収縮率ガードル装着時の衣服圧について、収縮率(A)、測定部位(B)、被験者(C)を要因として分散分析を行った結果を表2に示す。その結果、各主効果および収縮率・被験者間の交互作用に危険率1%で有意



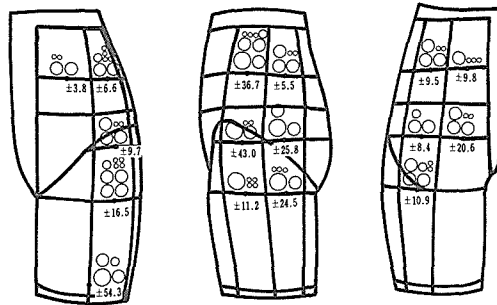
a, Strain 0%

b, Strain 5%



c, Strain 10%

d, Strain 15%



e, Strain 20%

○ 50g/cm² ○ 5g/cm²
 ○ 10g/cm² ○ 1g/cm²

図6 ガードル着用時衣服圧分布

差が認められた。

図6 a～eに、各収縮率ガードル着用時の衣服圧の平均値および区間推定幅を合わせ図示した。

1) 測定部位と衣服圧

図6により、ガードル着用時の衣服圧分布を見ると、いずれの収縮率ガードルにおいても、衣服圧は、後腋窩線より正中側の後面<前腋窩線より正中側の前面<前腋窩線と後腋窩線間の側面の順に大であり、この結果は、渡辺等の腰圍における衣服圧測定結果と一致した。

これらの部位別衣服圧について0～20%各ガードルの平均値を求めると、収縮率10%ガードル着用時の衣服圧とはほぼ近似している。そこで、収縮率10%ガードルの衣服圧測定値により衣服圧分布の詳細を観察した。また、ガードルによる衣服圧の分布はその着衣基体である胴下部の皮膚、筋、骨等の影響が大であることが推測されるため、図7に胴下部および大腿部の皮膚下部構造を、衣服圧測定点と合わせ図示した。

側面において、腸骨稜の下部に位置し、脂肪層の薄い部位と考えられるFL'6では、衣服圧は75.0 g/cm²と、最も高い値を示した。その下方、ソケイ線下部、中殿筋または大腿膜張筋上のFL'8およびFL'9は43.3 g/cm²、35.3 g/cm²、その後方、腸脛靭帯上のBL'8およびBL'9では42.4 g/cm²、42.5 g/cm²であり、この4者はいずれも40 g/cm²前後と近似している。これに対し、側面の中でも後腸骨稜後方のBL'6では27.3 g/cm²とやや低い。

一方、前面では、大腿前面、大腿直筋上のFL10では61.6 g/cm²と、側面のFL'6について高い衣服圧を示したが、脂肪層が比較的厚く柔らかい、腹部のFM6、FL6では、各々22.1 g/cm²、33.3 g/cm²であった。また、ソケイ溝下部のFL8で22.9 g/cm²、FL9では34.8 g/cm²であり、FL8よりFL9の方がやや高くなっている。

さらに後面では、衣服圧は腰小窩付近のBM6で11.8 g/cm²と最も低く、中殿筋上のBM6で24.9 g/cm²、大殿筋上のBL8、BM8で各々17.1 g/cm²、20.2 g/cm²と殿筋上では20 g/cm²前後の近似した値となった。

このように、脂肪層の薄い腸骨稜下部では75 g/cm²の最も高い、張筋および靭帯上では40 g/cm²前後の、大腿前面のような表在の筋上では29.9 g/cm²、および34.8 g/cm²のやや低い衣服圧を示し、脂肪の沈着しやすいとされている殿部や腹部では、20 g/cm²前後の、背面の腰部では11.8 g/cm²の最も低い衣服圧となった。

これらの衣服圧分布は、他の収縮率ガードル着用時においてもほぼ同様であり、脂肪層の厚さや、骨、筋の種類等の、下部構造がほぼ同様と推定される部位では比較的近似した衣服圧を示す傾向が見られた。このことより、センサーで測定した衣服圧の分布は、骨、筋、および脂肪の沈着等、人体の下部構造に起因する人体皮膚面の特

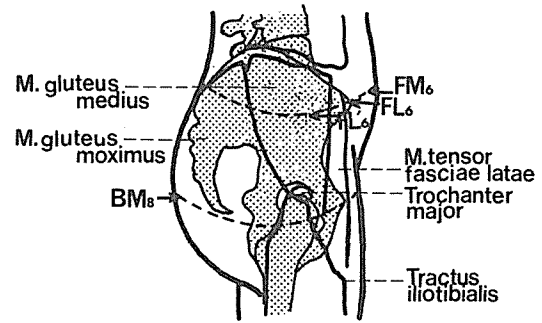


図7 下肢帯部皮膚下部構造

性と深い関係があると推測される。

2) ガードル収縮率と衣服圧

図6により、ガードルの収縮による衣服圧の変化について部位別に観察すると、いずれの部位においても、ガードル収縮率が大となるに伴い、衣服圧も大となる傾向が示された。しかしこのときの衣服圧の変化量は、部位により異なっている。

衣服圧変化が最も大であったのは側面のBL'8で、11.9～70.1 g/cm²と変化し、変化量は58.2 g/cm²であった。さらに、大腿前面のFL10も1.9～75.0 g/cm²と変化した。これは図3に見られるように収縮率0%ガードルの大腿前面に浮きがあるため、衣服圧が低くなったことの影響もあると考えられる。

次いで、衣服圧はFL'6で46.3～88.1 g/cm²、FL'8で22.2～56.8 g/cm²、FL'9で18.9～54.2 g/cm²、BL'9で30.2～63.8 g/cm²と変化し、これらの部位では、衣服圧はガードル20%収縮により40 g/cm²前後高くなった。さらに、BL6、BM8、FL8でいずれも平均して5.0～32.0 g/cm²と変化し、変化量は約27 g/cm²、FL6、BL'6、BL8、FL9では、各々17.2～28.5 g/cm²、21.5～31.8 g/cm²、6.9～25.0 g/cm²、30.5～41.1 g/cm²と変化し、変化量は約20 g/cm²であった。衣服圧の最も低いBM6では、4.0～9.8 g/cm²、FM6では15.7～22.4 g/cm²と変化し、変化量は10 g/cm²にとどまった。

このように、衣服圧は側面のソケイ線に平行して位置するFL'6、FL'8、BL'9および大腿前面のFL10においては高く、かつガードル収縮に伴う衣服圧変化量も大である傾向が見られ、特に高い衣服圧を示す部位は、衣服圧に対するガードル収縮の効果も大であった。一方、前腹部のFM6、および後背部のBM6のような衣服圧の低い部位は、ガードル収縮による衣服圧の変化も小であった。

表3 衣服圧とガードル伸長率との関係

Region	Correlation coefficients between clothing pressure and percentage of elongation		Correlation coefficients between clothing pressure and percentage of extension
	Wale	Course	
FM6			0.54**
FL6			
FL'6	0.56**	0.44*	0.69**
BL'6			
BL6	0.86**	0.87**	0.77**
BM6	0.43*	0.50*	
FL8	0.72**	0.56**	0.76**
FL'8	0.71**	0.51*	0.53**
BL'8	0.67**	0.81**	0.80**
BL8	0.60**	0.74**	0.77**
BM8	0.56**	0.71**	0.65**
FL9	0.46*		0.51**
FL'9	0.51*	0.76**	0.71**
BL'9	0.46*	0.47*	0.59**
BL9	0.62**	0.71**	0.76**
FL10	0.60**	0.53**	

difference significant (*0.05<F, **0.01<F)

表4 分散分析表(圧感覚)

Factors	S	φ	V	F
A (percentage of strain)	460.0	4	115.0	891.4**
B (region)	10.2	8	1.3	9.8**
C (subJects)	37.6	4	9.4	73.0**
A×B	3.5	32	0.1	0.8**
A×C	60.8	16	3.8	29.5**
B×C	3.4	32	0.1	0.8
E	16.5	128	0.1	

difference significant (*0.05<F, **0.01<F)

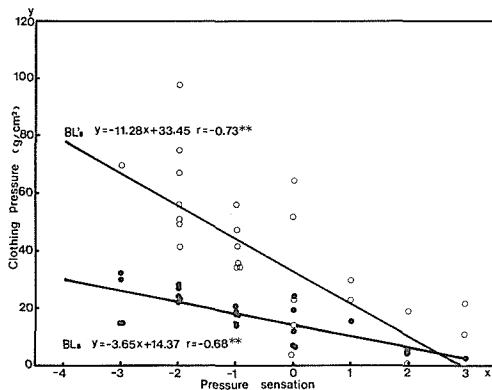


図8 衣服圧と圧感覚との関係

3) ガードルの伸長および伸展と衣服圧

表3は、捺印法により測定したガードルのタテ、ヨコ方向伸長率と衣服圧との関係、および、ガードル伸展率と衣服圧との関係において、有意の相関が認められた部位の相関係数を示したものである。

タテ方向伸長率と衣服圧との間では、FM6、FL6、BL'6の3部位を除く各部位で、相関係数0.43~0.86の、ヨコ方向伸長率と衣服圧間では、FM6、FL6、BL'6、FL9の4部位を除く各部位で、相関係数0.44~0.87の、いずれも有意の正の直線関係が見られた。伸展率と衣服圧間においても、FL6、BL'6、BM6、FL10の4部位を除く各部位で相関係数0.53~0.80の関係が示された。

上記の関係が顕著な部位は、相関係数0.67以上を示したBL'8とBL6であるが、ほかにも0.70以上の深い関係も示されており、部位と相関係数との関連に一定の傾向は見いだされない。また、その関係が顕著でない部位はFM6、FL6、BM6、BL'6、FL10である。大腿前面を除くと、FM6、FL6は腹部脂肪層

上に、BM6は背部腰小窩付近に位置しており、いずれも衣服圧が小の部位である。BL'6もほぼ同様の傾向にあり、衣服圧が小の部位ではガードルの伸長、伸展と衣服圧との関係が顕著でない結果となった。

2 圧感覚

表4は、部位別圧感覚の評価を、収縮率(A)、部位(B)、被験者(C)を要因とした分散分析の結果である。各要因、および収縮率と部位間、収縮率と被験者間の交互作用に1%水準で有意な差が見られた。

圧感覚と衣服圧間には負の相関関係がみられ、その相関係数は、FL'6、BL6、FL8、BL'8、BL8においては0.7~0.8、FM6、FL'8、FL10で0.6前後であり、

特に側面から後面にかけて有意の深い関係が示された。

図8は、腰囲線上のBL'8とBL8における圧感覚と衣服圧の関係を示したものである。衣服圧変化の官能量への効果について見ると、BL'8のように勾配が大の部位は側面に、BL8のように勾配が小の部位は前面および後面に位置していた。このように、衣服圧と圧感覚の関係も部位により異なり、鈍感な部位と敏感な部位が存在するとも考えられる。

以上、ヨコ方向にはほぼ均等な収縮を行ったガードルのセンサーによる衣服圧を測定した。

腹部では、衣服圧は低く、ガードル収縮に伴う衣服圧の変化は少なく、ガードル局所の伸長、伸展と衣服圧との相関は認められず、衣服圧変化の圧感覚への影響は大であった。これに対し、側部、大腿前面では、衣服圧は前者よりも高く、ガードル収縮による衣服圧変化は大で、布の伸長、伸展と衣服圧間に相関関係が認められ、衣服圧変化の圧感覚への影響は小であった。

渡辺らは、⁵⁾センサーによる衣服圧が剛体では高く人体上腕部では低いこと、また、生体皮膚面は加圧とともに圧縮性を低下させ、次第に剛体に近い状態に変化することを報告している。このように、上記二者が異なる傾向を示した理由として、腹部はその下部に骨や筋を有さない弾性体であるのに対し、側部、大腿前面は剛体、および剛体に弾性体を付加したものであることが考えられる。

ガードル収縮率の変化に伴う衣服圧の変化については、弾性体では加圧に伴い受圧体が圧縮されたため衣服圧の変化が小となり、剛体または剛体+弾性体では、受圧体はある程度までしか圧縮されず、圧縮に伴い圧縮性はさらに低下してゆくため、衣服圧の変化が大となったと考えられる。腹部においてガードルの伸長と衣服圧との関係が認められなかったことも、同様の理由によるものと推測される。

今回の結果、他の部位とほぼ同等の張力が付加されると推測されるにもかかわらず、弾性体と考えられる腹部は他の部位と異なる衣服圧挙動を示した。センサーによる衣服圧測定により、ガードル等のストレッチ性衣服の快適性または好適性について検討する際には、部位別に衣服圧の現れ方、衣服圧と圧感覚との関係について把握することの必要性が示唆されたと言える。また、本報告では、衣服圧と測定部位、ガードルの伸長および伸展、圧感覚、各々の関係について検討を試みたが、センサーによる衣服圧とKirkらの式による推定衣服圧との比較による、および人体の皮膚弾性を数量的に加味した総合的検討が必要であり、今後の課題としたいと考えている。

4. 要約

ストレッチ性衣服評価のための基礎資料を得るため、胴下部および大腿部体表面展開図をもとに設計、試作した収縮率0、5、10、15、20%のガードルを用い、センサーによる衣服圧、タテ、ヨコ伸長率、伸展率、圧感覚について調べた。その結果を要約すると次の通りである。

1) 胴下部および大腿部においては、衣服圧の高い部位は骨や筋上に、低い部位は脂肪層上に存在し、センサーによる衣服圧は人体皮膚面の特性と深い関係があると推定される。

2) 衣服圧はガードル収縮率が大となるに伴い高い値を示す。このガードルの収縮に伴う衣服圧の変化量は、衣服圧の高い部位では大で、低い部位では小である。

3) ガードルの伸長率、伸展率と衣服圧間には、衣服圧の高い部位では正の相関関係が認められたが、衣服圧の低い部位では認められなかった。

4) 衣服圧と圧感覚間には、負の相関関係が認められ、その勾配は、衣服圧の低い部位では小さい傾向を示した。

ご指導戴きました文化女子大学教授、田村照子先生に深謝の意を表す。なお、本学紀要18号“ストレッチ性衣服の衣服圧に関する研究”の測定はいずれも本報告と同様の測定方法によるものである。

引用文献

- 1) 吉川静子：京都市大誌，60，545（1957）
- 2) 生田則子：日衛誌，25，344，（1970）
- 3) 渡辺ミチ、中橋美智子、田中和子：家政誌，20，252（1969）
- 4) Wm.Kirk.Jr.and S.M.Ibrahim:Tex.Res.J.,1, 37（1966）
- 5) 渡辺ミチ、田村照子、細井歌子：家政誌，26，366，（1975）
- 6) 渡辺ミチ、田村照子、岩崎房子：家政誌，24，397，（1973）