

パンツのゆとり量に関する一考察（第2報）

—— 膝関節周辺に設定したゆとりが動作機能性に及ぼす影響 ——

富 田 明 美

An Experiment on the Ease of the Pants (Part2)

—— Effect of the Position and the Amounts of the Ease
at the Knee Girth on the Mobility Performance ——

Akemi TOMITA

1. 緒 言

近年、年齢に関わりなく女性のパンツ着用が目立って多くなった。動作機能性、保温性など実用面と性を意識しないライフスタイルの反映、いわゆる「ユニセックスファッション」が若者を中心に広がったことが理由として考えられる。女性のパンツ着用志向は、益々拡大することが予測され、体型にフィットし、しかも動作への追従性が高いパンツパターン設計のための基礎資料の集積が重要である。とりわけパンツパターンに加える基本ゆとり量を明らかにすることが急がれる。

これまで、下半身動作による体表面形状変化に関する研究は種々あるが^{1)~7)}、パンツパターンに加えたゆとり量の機能を検証し、パターン設計にフィードバックした研究事例は極めて少ない。松山ら⁸⁾は、蹲踞動作時の体幹・大腿後面の形状変化量をズボン型下衣に設定し、動作適合性を着用実験により確認した。また、筆者ら⁹⁾は、腰部・大腿部におけるゆとりの量と設定位置を変化させた7種の膝上パンツの間に形成される空隙量を明らかにするとともに、股関節運動時に有効なゆとり量について報告した。

本報では、これに引き続き、パンツパターンに動作機能性の高いゆとり量を設定することを目的として、屈伸動作域が広く、腰部・大腿部と有機的なつながりをもつ膝関節を中心とした周辺に焦点を当て、パンツ膝囲位に加えた丈方向・幅方向のゆとりが動作後のパンツ形状回復性ならびに身体拘束性に及ぼす影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は、年齢21歳の成人女子3名であり、主な身体寸法を表1に示す。

2.2 実験用パンツ

実験用パンツパターンを作成するにあたり、まず、被験者の下半身体表上に体表面展開

表 1 被験者の身体寸法

計 測 項 目	被 験 者		
	A	B	C
身 長	1646	1537	1589
後 胴 高	1027	942	977
前 胴 高	1029	933	983
股 の 高 さ	751	683	704
右 膝 の 高 さ	421	392	435
くるぶしの高さ	66	64	66
ウエスト囲	663	623	628
ヒ ッ プ 囲	965	910	870
右大腿最大囲	556	556	505
右 膝 囲	355	349	338
右下腿最大囲	215	204	193
体 重 (kg)	59.0	50.0	47.5

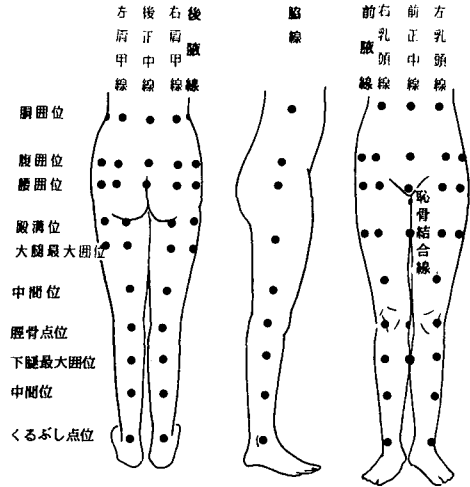


図 1 体表に付けたマーク位置

図を得るための基準であると同時にパンツ・人体の空間位置関係をみるためのマークを図 1 のように付けた。

次に、耳眼水平自然立位（以後静立と略称）における胴囲位から外果点までの体表を石膏包帯で採取し、これを前面では乳頭線と腹臍位，後面では肩甲線と腰臍位を基準に平面展開した。また，パンツに加えるゆとり量を体表伸展量から求めるため，右膝関節 90° 屈曲大腿部前挙（90° 屈曲と略称）と蹲踞における大腿最大囲位から外果点までの体表面を静立時と同様に採取し，平面展開図を得た。図 2 は被験者 A の静立時，90° 屈曲時，蹲

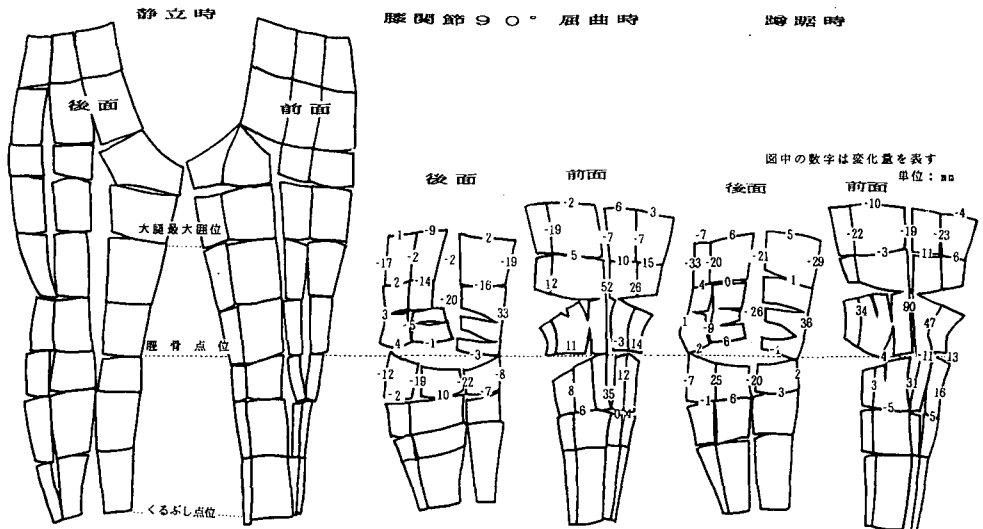


図 2 体表面展開図（被験者 A）

踞時の右半身平面展開図を例示したものであるが、90°屈曲時と蹲踞時のピース形状は類似であり、前面における乳頭線膝蓋骨周辺をピークとした伸展、後面における肩甲線の縮小が認められる。そして、90°屈曲時よりも蹲踞時の方が形状変化が大きく、この傾向は3名の被験者に共通することがわかった。そこで、蹲踞時体表ピースを静立時の大腿最大囲位から下方に重ね、実験用パンツパターンに加えるゆとり量を求めた。図3に示したパンツ1は、静立時における体表面展開図に生じたピース間隙をできるだけ消去し、残った部分をダーツ処理して作成した。パンツ2は蹲踞時前面の乳頭線伸展量をそのまま丈方向に加え、パンツ3は膝蓋骨上端位、膝蓋骨中点位のV字型間隙をたたみ、乳頭線上に展開して生じた間隙幅をゆとりとして加えた。なお、後面のパターンは、前面のパターンに対応できるようにピースを並べて作成した。ゆとりを加えたパンツの面積増加率の平均は、パンツ2の前面：15.7%，後面：18.7%，パンツ3の前面：10.5%，後面：18.4%であった。

実験用パンツに用いた試料ならびに縫製方法は既報⁷⁾に準拠した。

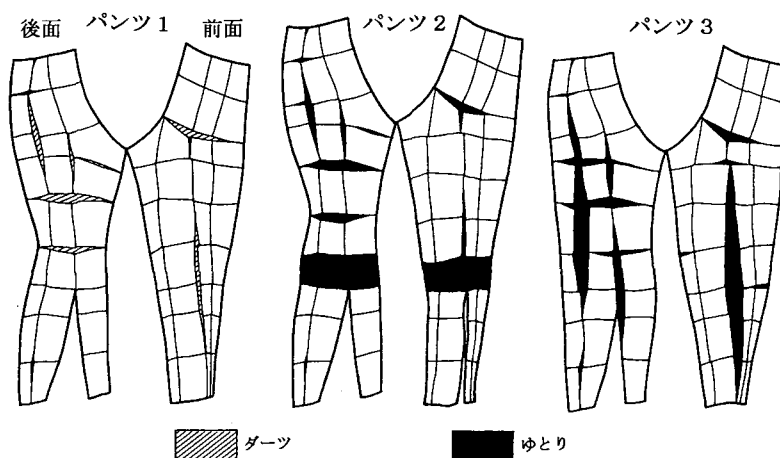


図3 実験用パンツパターン

2.3 体表上マークの再現

各種実験を行うに際し、データ解析の基準となる体表上マーク位置の再現が重要となる。そこで、伸縮性の小さい不織布に体表面展開図を転写し、水平・垂直線の交点に鳩目穴を開け、ピース間隙をダーツ処理したマーク用パンツを作製した。そして、体表上マークの再現が充分できることを確認した。

2.4 動作後の形状回復性の測定

動作後のパンツ形状回復性については、人体とパンツの間に生じる空隙量および人体とパンツ上マークのずれ量から検討した。モアレ写真撮影、空隙量の解析、ずれ量の算出は既報⁹⁾と同様に行い、各データは被験者3名の実験3回を平均して求めた。測定部位は、胴囲位、腹囲位、腰囲位、殿溝位、大腿最大囲位、大腿最大囲位と膝蓋骨中点位の中間位、膝蓋骨中点位、下腿最大囲位、下腿最大囲位と外果点の中間位、外果点位の水平位と前・

後正中線、乳頭線、肩甲線の交点である。

2.5 動作時の身体拘束性の測定

パンツの身体拘束性については、衣服圧および筋電図より評価した。衣服圧測定には豊田中央研究所開発の歪計素子圧力センサーを用い、測定部位として右脚大腿最大囲位、大腿最大囲位と中間位の中央、中間位、膝蓋骨上端位、脛骨点位、下腿最大囲位の6ラインにおける乳頭線、乳頭線と恥骨結合線の中間線、恥骨結合線、股下線、股下線と肩甲線の中間線、肩甲線、肩甲線と後腋線の中間線、脇線、前腋線との交点10ポイントとを設定した。また、筋電図は、NEC三栄製マルチテレメータを使用し、大腿四頭筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋の4筋から導出した。

3. 結果および考察

3.1 動作後の形状回復性

パンツ表面に発生したモアレ縞情報をもたらし人体と衣服との空隙量ならびにパンツにつけたマークの上、下、左、右へのずれ量から動作後のパンツ形状回復性を検討した。

3.1.1 動作後の空隙量

前面におけるパンツのゆとりと空隙量の関係を図4に示す。ゆとりなしのパンツ1について、動作前静立時の空隙量をみると、いずれの測定点においても-3.5~7mmの比較的均一な空隙が形成されている。前屈ならびに90°屈曲動作後は、右乳頭線の脛骨点位より下方で7mm以上、左乳頭線の全域で約3.5mmの空隙量増加が認められる。蹲踞後は、大腿最大囲位と脛骨点位の中間位でマイナスを示しており、大腿部が圧迫された状態にあると

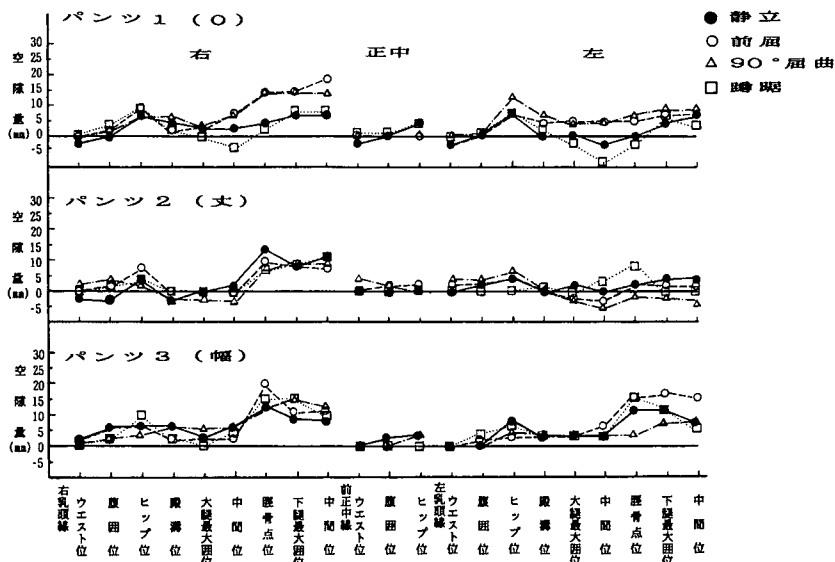


図4 前面における動作後の空隙量

考えられる。ゆとりを全く加えていないパンツ1においては、局部的に増減した空隙量が動作を戻しても動作前の状態に回復し難いことがわかった。ゆとりを丈方向に加えたパンツ2の動作前の空隙量のあり方は、右乳頭線の脛骨点位より下方で10mm以上の空隙がみられるのに対し、左乳頭線では空隙量が小さく、パンツが体表に密着した状態になった。この傾向はパンツ1にも認められ、丈方向に加えたパンツのゆとりは、体表の左右差をカバーできないことがわかった。また、パンツ2はパンツ1に比較して動作前と後の空隙量差が小さいが、これはゆとりが動作による体表変化に対応し易かったためと考える。総じて、臀溝位から上方では空隙量が増し、下方で減少する傾向がみられた。幅方向にゆとりを加えたパンツ3の動作前は、パンツ2の右乳頭線と類似した空隙量が左右均等にみられる。そして、動作をすることにより、上方で減少、下方で増加する傾向がわずかながら表出した。これは、動作によりパンツのすそ線が上昇したことによるものとする。

後面におけるゆとりと空隙量の関係を図5に示す。パンツの種類、つまり、ゆとりの有無ならびにゆとりの加え方の違いが前面よりも一層明確にみられる。パンツ1における動作前は、空隙量0で体表に密着した状態にあるが、90°屈曲、蹲踞後では空隙量が増し、特に右脚において4.7~16.3mmの著しい増加となった。前屈後は左肩甲線で-3.5~-7mmとなり、前面で増加した量だけ後面で減少していることがわかった。パンツ2における空隙量は、前面とは逆に、臀溝位を境に上方で減少、下方で増加する傾向がみられ、前後が拮抗した関係にあることがわかった。幅方向にゆとりを加えたパンツ3の場合、いずれの動作後も動作前の空隙量に近似しており、空隙量の回復が最も良いと言える。

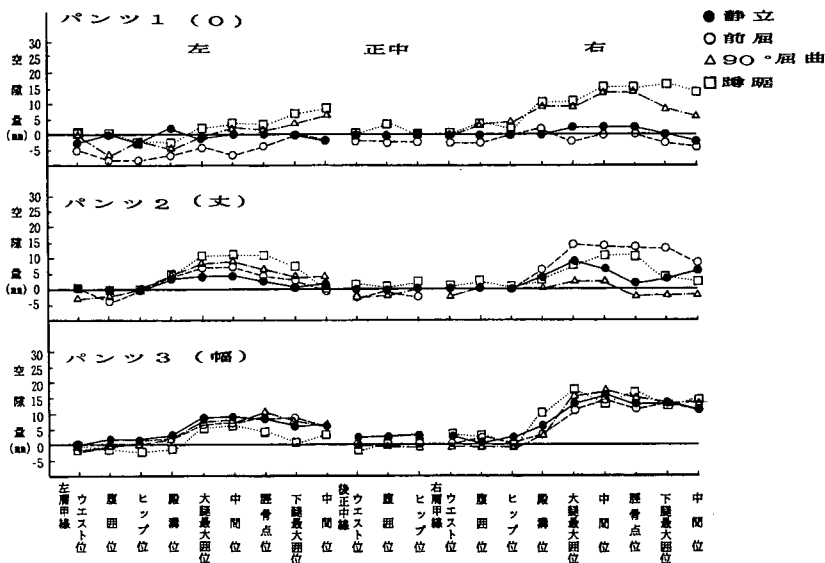


図5 後面における動作後の空隙量

これらより、ゆとりなしのパンツ1は動作前、後の空隙量差が大きく、また、動作による変化状況に系統性がみられず、3種のパンツの中では動作後の空隙の回復が最も悪いことがわかった。パンツ2の場合、前面においては、動作前、後の空隙量差が少なく空隙の

回復が良いが、後面では動作後に空隙量が倍増し、パンツに加えたゆとりが後面に引き寄せられた状態になることが明らかになった。パンツ 3 は前、後面とも 3 種のパンツの中では動作後の空隙量変化が最も小さく、形状回復性が高いことがわかった。従って、動作をした後のパンツが動作前の空隙状態に回復するためには、膝関節周辺、とりわけ、幅方向のゆとりが必要であると考ええる。

3.1.2 動作後のずれ量

次に、空隙量と同じ資料を用い、パンツにつけたマーク位置から動作後のパンツずれ量について検討した。X 軸方向におけるゆとりとずれ量の関係を図 6 に示す。まず、動作別にみると、前屈後はいずれのパンツも左右へのずれが 5mm 以内と小さい。90° 屈曲後の右乳頭線では、いずれのパンツも大腿部が 5mm 以上正中方向に変位している。左乳頭線では幅にゆとりを加えたパンツ 3 が外側に 5～10mm ずれていることが目立つ。左肩甲線では、パンツ 1 が外側へ、2、3 が内側へずれる傾向が認められ、3 種のパンツの中では丈方向にゆとりを加えたパンツ 2 のずれ量が最も大きいことがわかった。右肩甲線では右乳頭線と類似したずれ状況となり、いずれのパンツも大腿部周辺が正中方向へ大きくずれることが明らかになった。蹲踞後の右乳頭線をみると、パンツ 1 は胴囲位において約 10mm 正中方向に移動し、下方に行くに従ってこの量が小さくなることがわかった。左乳頭線ではパンツ 2 の大腿部が局部的に大きく内側へ変位しているものの、総じて 3 種のパンツずれ量は小さい。左肩甲線においては 90° 屈曲後と全く同じずれ状況となった。

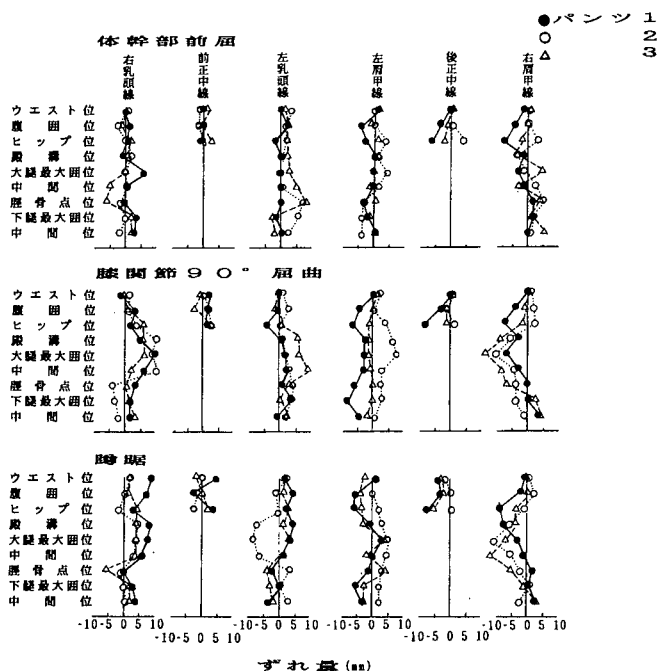


図 6 X 軸方向におけるパンツのずれ量

X軸方向のずれは、前面よりも後面が大きく、前屈、90°屈曲、蹲踞と膝関節屈曲角が大きくなる動作程、量が多くなり、部位では殿溝位～脛骨点位、つまり大腿部のずれ量が大きい。また、ゆとりが全く入っていないパンツよりもゆとりを加えたパンツの方がずれ量が大きく、ずれ方向はゆとりなしのパンツとゆとりを幅に加えたパンツが左へ、丈方向にゆとりを加えたパンツが正中へ偏ることがわかった。

Y軸方向におけるゆとりとずれ量の関係を図7に示す。前面をみると、動作によってずれ傾向が異なり、前屈後ではパンツ2と3の下腿部マークが上方へ大きく移動し、90°屈曲、蹲踞後では、幅方向にゆとりを加えたパンツ3の変位が大きく、10mm以上にもなった。後面においては、殿溝位を境として上部は下方へ、下部は上方へ移動ずれる傾向が認められる。中でも前屈と90°屈曲後にパンツ3の右肩甲線におけるずれが大きいことがわかった。

これらより、動作後のパンツのずれは、ゆとり設定位置によって異なり、丈にゆとりを加えたパンツはねじれを生じ、幅にゆとりを加えたパンツは裾上がりが起き易いことがわかった。

以上、X軸、Y軸、Z軸（空隙）の3次元データを総括的にみると、膝関節周辺幅方向に加えたゆとりが動作前の形状に最も回復し易いと言える。

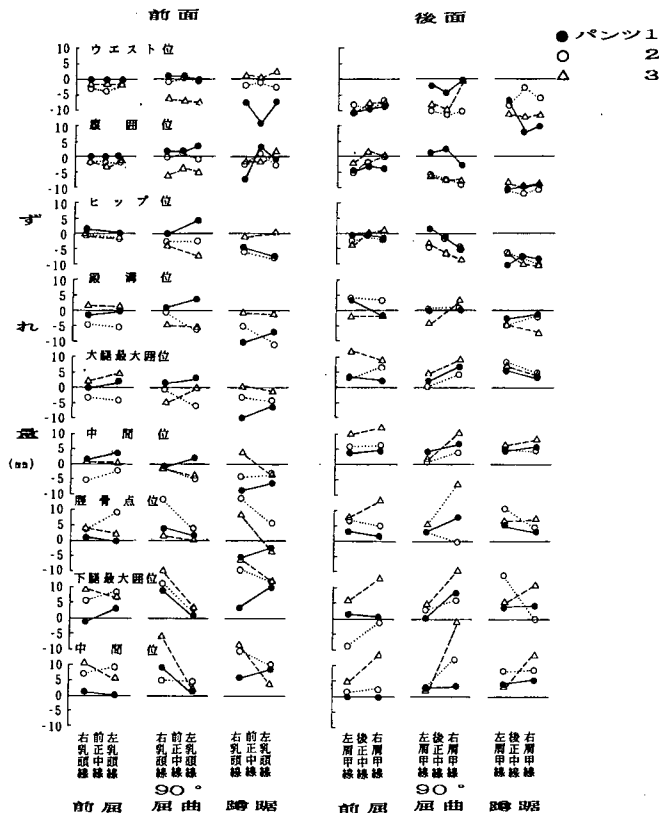


図7 Y軸方向におけるパンツのずれ量

3.2 ゆとりが身体拘束性に及ぼす影響

パンツに加えたゆとりが動作時の身体拘束性に及ぼす影響について、衣服圧ならびに筋放電位より検討した。

3.2.1 衣服圧

ゆとりと衣服圧の関係を図8～10に示す。静立時についてみると、当然ではあるが、いずれの測定部位においても衣服圧は 50 g/cm^2 以下で極めて小さい。90° 屈曲時には、パンツ2と3の圧値がパンツ1の $\frac{1}{2}$ 以下となり、ゆとり導入の効果が顕著に認められる。また、パンツ3の圧は、前面内側を除いた測定部位で、丈にゆとりを加えたパンツ2より小さくなった。蹲踞時においてもパンツ3は下腿最大囲位前面を除いた測定部位でパンツ2より圧が小さくなった。パンツ3が90° 屈曲、蹲踞時に下腿最大囲位でパンツ2よりも圧が高くなったのは、パンツ下腿部で最も周り寸法の小さい裾口が上方にずれた影響であると考えられる。総じてパンツ3の衣服圧は小さいことから、幅方向のゆとりは膝関節屈曲時の身体拘束性を緩和するのに有効であると考えられる。

3.2.2 筋放電位

次に、下肢筋の放電位からパンツの身体拘束性について検討した。図11は動作開始から動作停止、終了までの各5秒、合計15秒間の筋電図を被験者Cの例で動作別に示したものである。静立時をみると、大腿四頭筋、腓腹筋においてはパンツ着用前および3種のパンツ着用時に放電はほとんど認められない。前脛骨筋、大腿二頭筋においてはパンツ着用前に 0.1 mV 以下の均一で細かい放電振幅がみられるが、3種のパンツ着用時にはまったく放電が認められず、パンツ着用によりむしろ筋の負担が軽減されているのではないか

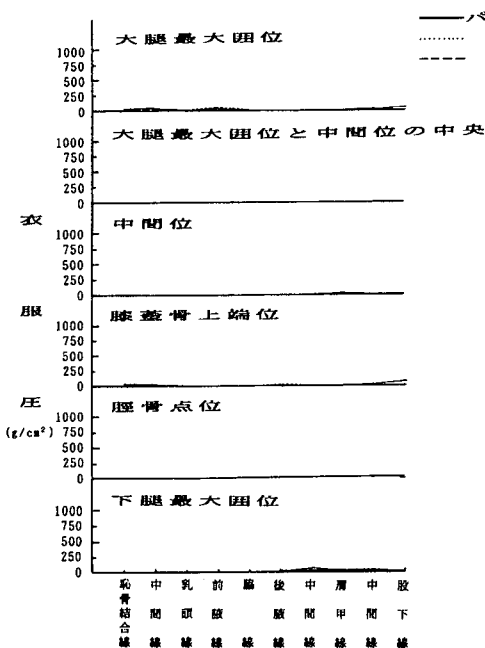


図8 静立時の衣服圧

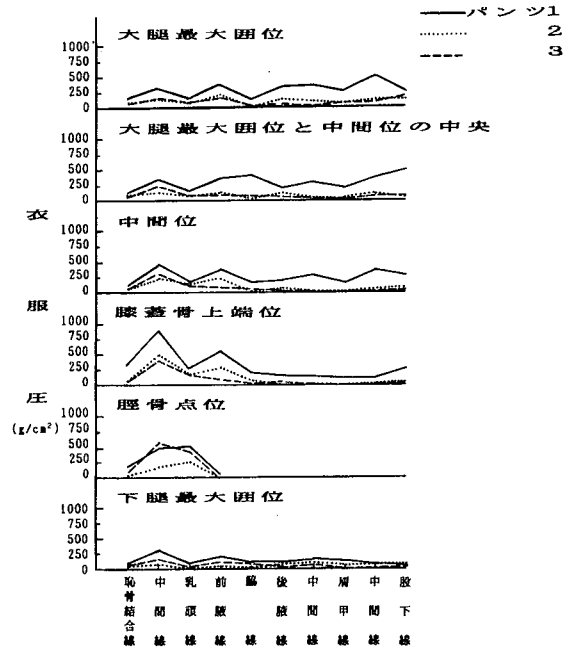


図9 90° 屈曲時の衣服圧

パンツのゆとり量に関する一考察 (第2報)

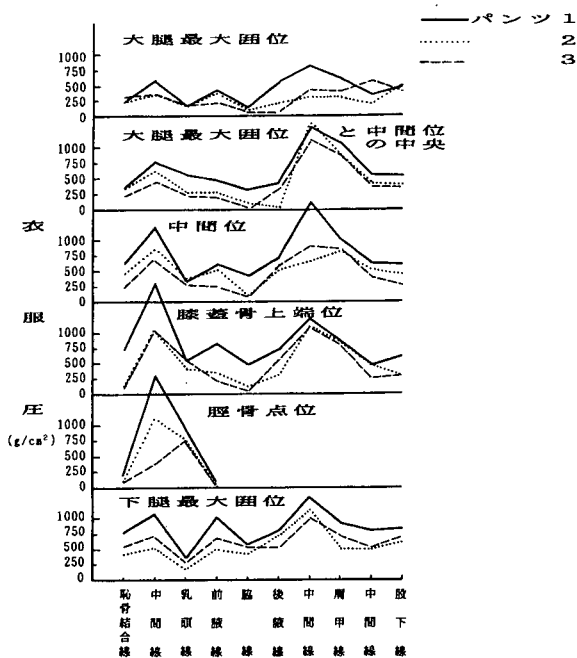


図10 蹲踞時の衣服圧

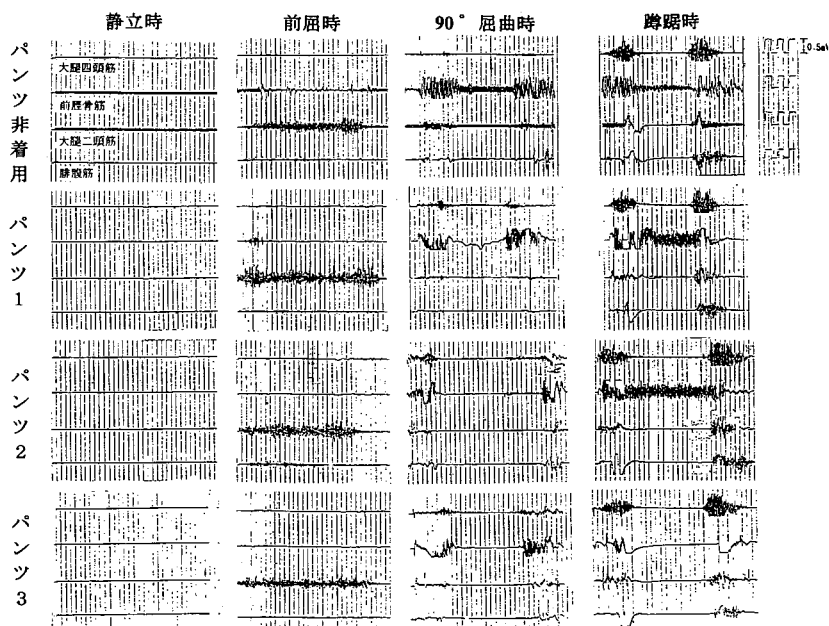


図11 筋電図 (被験者C)

と推察する。前屈動作においても大腿四頭筋と腓腹筋の関与はほとんど認められない。前脛骨筋ではパンツ着用により放電位が低下している。大腿二頭筋ではゆとりなしのパンツ 1 と丈方向にゆとりを加えたパンツ 2 で増加、幅にゆとりを加えたパンツ 3 で放電位が下がっている。90° 屈曲では、大腿四頭筋において動作開始時と終了時のパンツ着用による電位の低下がみられる。前脛骨筋においては、パンツ着用前の動作開始時と終了時に 1.0mV の放電があるが、パンツ着用により 1, 2, 3 と次第に放電位が低下する傾向がみられる。蹲踞時における状況をみると、4 測定筋のうち大腿四頭筋、大腿二頭筋、腓腹筋は、パンツ非着用時とパンツ 1, 2, 3 の放電パターンならびに放電位に差が認められず、パンツ着用による影響がないことがわかった。前脛骨筋をみると、パンツ非着用の場合、動作開始時に 0.5mV 以上の放電があるが、動作停止時には $\frac{1}{3}$ 以下の電位に減少し、動作回復時には開始時と同程度の放電振幅になることがわかった。これに対し、パンツ 1 では、動作開始時にパンツ非着用時と同等の放電位がみられるが、動作を停止してもそのまま放電が継続するパターンになった。パンツ 2 はパンツ 1 と類似であるが、放電位は動作開始から終了までやや低くなることがわかった。パンツ 3 は動作開始と終了時に 0.5mV 以上の放電を示しているが、動作停止時には全く放電振幅がみられず、筋負荷が最も小さい。幅方向のゆとりは、特に、前脛骨筋負荷の軽減に寄与すると考える。この傾向は被験者 3 名に共通してみられた。

衣服圧ならびに筋放電位、いずれにおいても膝関節周辺幅方向に加えたゆとりが身体拘束性の緩和に有効であることが認められた。

本研究では、パンツを着用した状態、つまり人体とパンツとの空間的位置関係でゆとりの有用性を明らかにするとともに、ゆとりが生理的反応に及ぼす影響を量的にとらえることができた。つまり、パンツにおける膝関節周辺には、ゆとりが不可欠であり、動作による体表伸展量からさらに展開して得た幅方向のゆとりが動作後の形状回復性の向上や動作時の身体拘束性の緩和に有効であるとの結論を得た。従って、パンツパターンに設定するゆとりは、動作による体表面伸展量をそのまま組み入れるのではなく、それを基盤として、美的要素も考慮した上、多角的にパターン展開していくことが重要であると考え。今回は、ゆとり設定が「なし」「丈方向のゆとり」「幅方向のゆとり」と極端であったが、実用化に向けて、さらにきめ細かいグレード量で検討する必要があると考える。

4. 要約

成人女子 3 名を被験者として、パンツ膝囲位に設定した丈・幅方向のゆとりが体幹部前屈・膝関節 90° 屈曲大腿部前挙・蹲踞動作後の形状回復性ならびに動作時の身体拘束性に及ぼす影響について検討し、次のような結果を得た。

- 1) 人体とパンツとの間に形成される空隙について、ゆとりを全く加えていないパンツは、動作により局部的に増減した空隙量が動作を戻した後も動作前の状態に回復しない。ゆとりを膝囲位丈方向に加えたパンツでは、動作の後、ゆとりが後面に引き寄せられて空隙量が倍増する。ゆとりを幅方向に加えたパンツでは、動作前と後の空隙量差が小さい。
- 2) 動作後のパンツのずれは、前面よりも後面で大きく、また、ゆとりなしのパンツより

もゆとりを加えたパンツの方が大きいことが明らかになった。そのずれは、丈方向にゆとりを加えたパンツではねじれ、幅方向にゆとりを加えたパンツでは裾上がりによって生じる。

- 3) 動作時の身体拘束性について、衣服圧ではパンツの丈ならびに幅方向にゆとりを加えることにより半減することがわかった。また、筋放電位から、幅方向のゆとりは動作において下肢筋への負荷を軽減することが明らかになった。
- 4) パンツにおける膝囲位幅方向に加えたゆとりは、単に動作による体表変化量をパターンのバリエーションとして置き換えたものでなく、体表周囲長増加への備えと丈方向伸長に対し、上下へのずれ易さという機能で対応できる柔軟性を有し、動作後のパンツ形状回復性ならびに動作時の身体拘束性緩和に対して有効であることがわかった。

引用文献

- 1) 高橋春子, 岡通子, 和田恵美子: 家政誌, 22, 2 (1971)
- 2) 田村照子, 斉藤秀子, 渡辺ミチ: 家政誌, 31, 7 (1980)
- 3) 斉藤秀子, 田村照子, 渡辺ミチ: 家政誌, 32, 1 (1981)
- 4) 富田明美, 中保淑子, 土井サチヨ: 椋山女学園大学研究論集, 13, 1 (1981)
- 5) 間壁治子: 家政誌, 32, 4 (1981)
- 6) 平沢和子: 家政誌, 38, 4 (1987)
- 7) 平沢和子: 家政誌, 39, 10 (1988)
- 8) 松山容子, 小泉晴美: 家政誌, 47, 2 (1996)
- 9) 富田明美, 中保淑子: 繊消誌, 30, 3 (1989)