

袖幅のゆとりと動きやすさ

—官能, 衣服圧, 筋電図による評価—

下坂 知加, 中田いずみ*, 石垣 理子*, 猪又美栄子

(昭和女子大学大学院生活機構研究科, *昭和女子大学生生活科学部)

原稿受付平成 19 年 7 月 7 日; 原稿受理平成 19 年 10 月 6 日

Ease of Sleeve Width and Motion Adaptability of Blouses

—Evaluation by Using Sensory Evaluation Clothing Pressure and EMG—

Chika SHIMOSAKA, Izumi NAKADA, * Michiko ISHIGAKI* and Mieko INOMATA

Graduate School of Human Life Sciences, Showa Women's University, Setagaya-ku, Tokyo 154-8533

**Faculty of Life Sciences, Showa Women's University, Setagaya-ku, Tokyo 154-8533*

In this investigation, sensory evaluation, clothing pressure, and EMG were used to determine the influence that different sleeve widths have on arm movement. Subjects were 5 healthy university students aged 21 to 24 years. Three different sleeve widths were compared (A: upper arm circumference + 11 cm, B: upper arm circumference + 7 cm, C: upper arm circumference + 3 cm). Five types of upper limb movements were measured. The result of ANOVA for sensory evaluation of sleeve widths was significant at the 0.1% level, with narrower sleeve widths ranking lower. The result of ANOVA for maximum clothing pressure for the upper arm circumference of sleeves was significant at the 0.1% level, with narrower sleeve widths showing higher clothing pressure. The result of ANOVA for EMG of sleeve widths was significant at the 5% level. For abduction movement, the deltoid muscles activity increased in proportion to a decrease in sleeve width. A high correlation was obtained between the sensory evaluation and maximum clothing pressure. It was shown that maximum clothing pressure on the upper arm circumference affected the sensibility of motion adaptability.

(Received July 7, 2007; Accepted in revised form October 6, 2007)

Keywords: sensory evaluation 官能評価, clothing pressure 衣服圧, electromyogram 筋電図, motion 動作, sleeve width 袖幅.

1. 緒 言

衣服の快適性を大きく左右する要因の1つとして衣服の動きやすさが挙げられる。日常着用する衣服では体型への適応性だけでなく、動きやすさ、即ち動作適応性が満たされる必要がある。衣服の動作適応性を評価する方法としては、着用者による主観的な評価と機器測定による客観的な評価とがある¹⁾。既存の研究では、上半身用衣服に関して、官能評価による主観的な評価²⁾、衣服圧や重心動揺測定装置による客観的な評価³⁾⁴⁾などが行われているが、両者の関連性について検討したものはあまり見当たらない。猪又らはこれま

で、下半身用衣服による動作拘束や長時間拘束、また素材の異なるジャケットについて官能評価と筋電図から評価し、衣服の動作適応性について示唆を得ている^{5)~7)}。

本研究では、上半身用衣服の「きつい・ゆるい」の感覚に大きな影響を与えている袖幅のゆとり²⁾を要因とした着用実験を行い、主観的な評価と客観的な評価とで検討し、両者の関連性についても考察した。評価には、着用者による官能評価、衣服と人体の接触圧である衣服圧、動作時の筋活動を捉える筋電図の3手法を用いた。

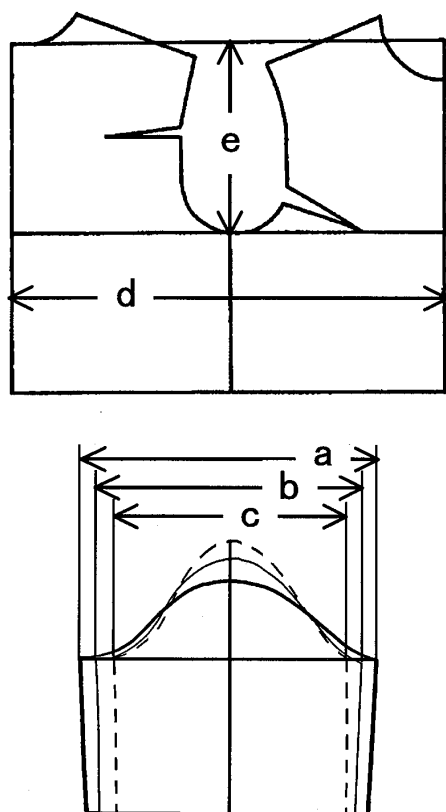


図1. 実験服作製のための原型

袖幅のゆとり： $a = \text{上腕最大囲} + 11 \text{ cm}$, $b = \text{上腕最大囲} + 7 \text{ cm}$, $c = \text{上腕最大囲} + 3 \text{ cm}$
 胸囲のゆとり： $d = (\text{胸囲} + 10 \text{ cm}) / 2$
 袖ぐりの深さ： $e = \text{胸囲} / 4$
 袖丈： $(\text{肩先点から肘点までの長さ}) - 2 \text{ cm}$

2. 方 法

袖幅のゆとり量の差異が上肢動作に与える影響について着用実験を行い、衣服の動作適応性に関する主観的な評価と客観的な評価について、以下の方法で検討した。着用者は、21～24歳の健康な女子大学生5名である（平均：身長163.1 cm，胸囲79.6 cm，上腕最大囲24.3 cm，体重49.5 kg）。全国値⁸⁾（平均：身長158.2 cm，胸囲82.2 cm，上腕最大囲25.3 cm，体重51.4 kg）と比べると，身長は5%水準で有意に高いものの，それ以外の項目では差が認められなかった。

(1) 実験服の設定

実験の要因は「袖幅のゆとり」で，3水準（実験服A：上腕最大囲+11 cm，実験服B：上腕最大囲+7 cm，実験服C：上腕最大囲+3 cm）に設定した（図1）。実験服は半袖，衿なし，前開きのブラウスで，各着用者の身体計測値を基にY式⁹⁾を用いてそれぞれの体型に合わせて製作した。用布は，平織りの厚地シー

ティング（素材：綿100%，厚さ：0.38 mm，糸密度：タテ23.6本/cm，ヨコ24.6本/cm，伸び率：タテ8.7%，ヨコ8.6%）である。なお，伸び率はテンシロン試験機により，試験片幅25 mm，つかみ間隔100 mm，引張速度300 mm/minの条件で測定した。

(2) 実験条件

実験動作は，右上肢5動作（90度前挙，180度前挙，90度側挙，180度側挙，最大後挙）とした。着用者は測定前にこれら5動作の練習を行い，その後，官能評価，衣服圧，筋電図の測定を行った。5動作の順序は一定とし，実験服ごとに立位にて2回繰り返し行った。官能評価ではいずれの動作も着用者の自由な速度で行わせたが，衣服圧と筋電図の測定では条件を一定とするために，動作時間を設定した。90度前挙，90度側挙，最大後挙では約8秒間，180度前挙，180度側挙では約12秒間かけて，それぞれ立位正常姿勢から上肢の上げ下げ動作を行った。なお，衣服圧の測定では動作後の圧の変化を観察するために，いずれの動作も上肢をあげた後，その姿勢を約6秒間維持した。また，筋電図の測定では被験筋への影響を考慮して，手掌の方向や握り方を統一するために，同形の空の1 lペットボトルを持たせた。衣服圧，筋電図の測定では，いずれの動作も実験者が着用者の目の前で模範動作を行いながら測定した。

(3) 官能評価

静止時の拘束感と動作時の動きやすさについて，着用者が評価した。拘束感では，“身頃”，“袖ぐり”，“袖幅”，“ブラウス全体”の4項目について「1きつい・2ややきつい・3ちょうど良い・4ややゆるい・5ゆるい」の5段階から回答を得た。動きやすさでは，右上肢5動作について「1動きにくい・2やや動きにくい・3どちらとも言えない・4やや動きやすい・5動きやすい」の5段階から回答を得た。なお，動きやすさではいずれの動作も上肢下垂状態から始め，1動作終了ごとに評価させた。実験服の着用順序はランダムである。得られたデータには，それぞれ1～5までの評定尺度値を与えて解析した。

(4) 衣服圧の測定

エアパック式接触圧測定器AMI3037-2B，データコレクタAM-7052，プログラムソフトAMS-7006WIN Ver.7.2（エイムアイ・テクノ）を用いて1秒毎に記録した。エアパックの大きさは，直径約20 mm，厚さ約1 mmである。測定位置は，右上腕最大囲上における側方と後方の2箇所とした。なお，予

袖幅のゆとりと動きやすさ

備実験においてセンサーの取付フィルム（40 mm 四方）が実験に影響を与える場合があったため、本実験ではこれを取り除き、皮膚とセンサーの中心を 5 mm 角の両面テープで直接固定して測定を行った。

(5) 筋電図の測定

電極とアンプが一体化した EMG 検出センサーを用いて、右上腕三角筋の前部、中部、後部の 3 箇所を双極表面電極法により同時に導出した。また、解析の補助として、電気 2 軸角度計による右肩関節角度の測定も同時に行った。測定及び解析には TRIAS Ver. 1.252（ディケイエチ）を用いた。得られたデータは、全波整流の後、積分（iEMG）し、動作所要時間による影響を除くために平均筋電図（mEMG： $mEMG = iEMG / \text{動作時間}$ ）を算出した。なお、筋電図は筋肉の発達状態や脂肪の量など、個人の身体状況や電極の貼付位置によって得られるデータに差があることを考慮し、実験服 A の mEMG を基準に、実験服 B と実験服 C の mEMG を実験服 A の mEMG で除算し、その比率によって解析を行った。

また、衣服圧と筋電図の測定時には、分解能 30 コマ/s のデジタルビデオカメラによる正面と側面の 2 方向からの記録撮影も同時に行った。

(6) 統計処理

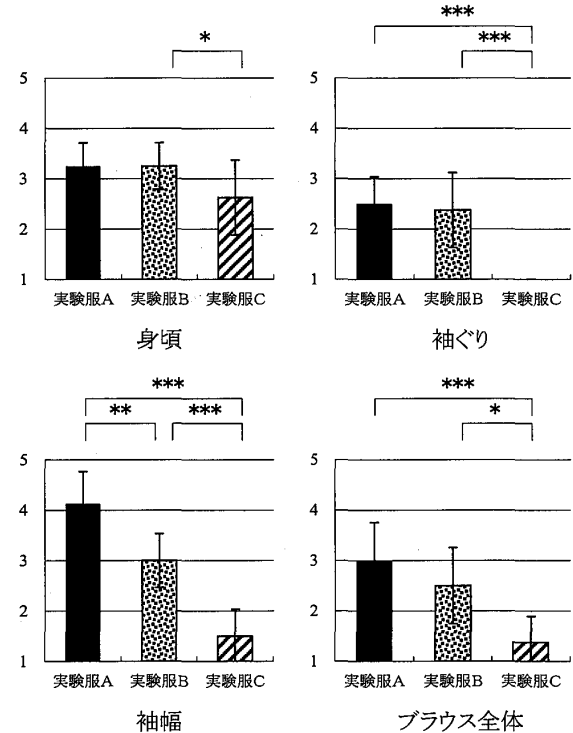
官能評価、衣服圧、筋電図の測定で得られたデータは、SPSS 12.0J を用いて統計処理した。静止時の拘束感では「着用者」、「袖幅のゆとり」を要因とした 2 元配置（対応のない因子と対応のない因子）の分散分析と多重比較、それ以外では「着用者」、「袖幅のゆとり」、「動作」を要因とした 3 元配置の分散分析と多重比較を行った。

3. 結果及び考察

(1) 官能評価による動作適応性の評価

静止時の拘束感に関する官能評価の平均値を図 2 に示す。なお、袖ぐりにおける実験服 C は、平均値が 1.0、標準偏差が 0.0 であった。分散分析の結果、「身頃」、「袖ぐり」、「袖幅」、「ブラウス全体」の全項目で「袖幅のゆとり」が有意確率 5% 以下で有意となった。従って、袖幅のゆとり量の差異が「袖幅」の「きつい・ゆるい」の感覚だけでなく、「身頃」や「袖ぐり」、「ブラウス全体」の拘束感にも影響を与えていることがわかった。

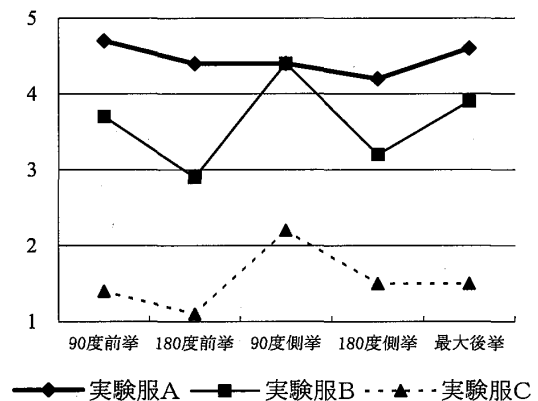
動作時の動きやすさに関する官能評価の平均値を図 3 に示す。分散分析の結果、「着用者」、「袖幅のゆと



評価: 1 きつい, 2 ややきつい, 3 ちょうど良い, 4 ややゆるい, 5 ゆるい

多重比較の結果: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

図 2. 静止時の拘束感（平均値・標準偏差）



評価: 1 動きにくい, 2 やや動きにくい, 3 どちらとも言えない, 4 やや動きやすい, 5 動きやすい

図 3. 動作時の動きやすさ（平均値）

り」、「動作」の全要因が 0.1% 水準で有意となった。「袖幅のゆとり」についての多重比較では、実験服 A と実験服 B、実験服 A と実験服 C、また実験服 B と実験服 C の全ての組合せにおいて 0.1% 水準で有意差が認められた。従って、袖幅のゆとり量の差異が衣服の「動きにくい・動きやすい」の感覚に影響を与えて

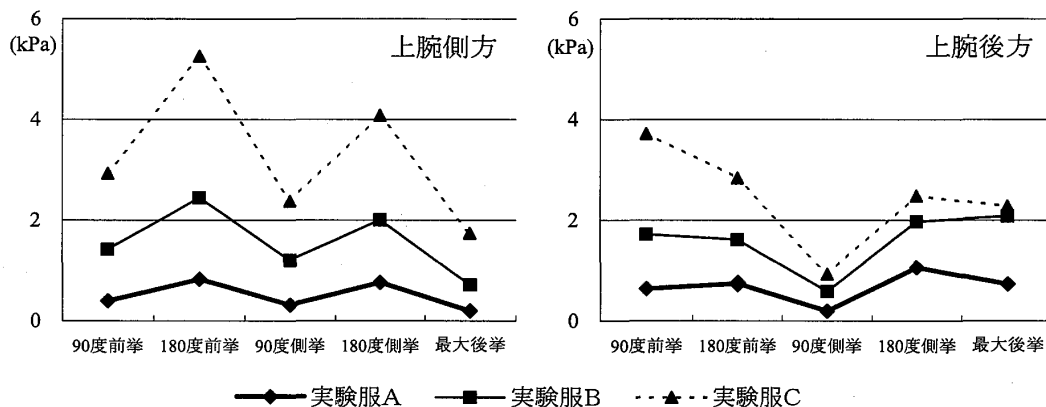


図4. 上肢動作時における最大衣服圧 (平均値)

いることがわかった. 実験服ごとに動きやすさの評価を見ると, 実験服 A ではいずれの動作も評価の平均値が“4”以上となっており, 動きやすいことがわかる. 実験服 B では 180 度前挙, 180 度側挙が平均値“3”前後であるものの, それ以外では“4”前後の評価が得られており, 動きやすいと言えるであろう. 一方, 実験服 C ではほとんどの動作が最低の“1”に近く, 動きにくいことがわかる. 衣服の「動きやすさ」の感覚は布の伸びやすさに依存すると考えられるが, 本実験で用いた平織りの厚地シーチングのように伸縮性の少ない布の場合, 動きやすいとされる袖幅には上腕最大囲に 7 cm 以上のゆとりを加える必要があると考えられる.

(2) 衣服圧による動作適応性の評価

衣服圧は平均値よりも最大値の方が, 身体への負担感に影響を与える¹⁰⁾ことから, 本実験では各動作時の最大衣服圧を取り上げ, 解析を進めた. 図4に, 上腕側方・後方における各動作時の最大衣服圧の平均値を示す. 分散分析の結果, 上腕側方・後方共に「着用者」, 「袖幅のゆとり」, 「動作」の全要因が 0.1%水準で有意となった. 「袖幅のゆとり」についての多重比較では, 上腕側方, 上腕後方共に実験服全ての組合せにおいて 0.1%水準で有意差が認められた. 従って, 袖幅のゆとり量の差異が最大衣服圧の大きさに影響を与えていることがわかり, 袖幅のゆとり量が小さい程, 最大衣服圧が大きくなることが示された. また, 動作別に見ると, 上腕側方ではいずれの実験服も 180 度前挙, 180 度側挙において最大衣服圧が大きくなったのに対し, 上腕後方では全ての実験服において 90 度側挙の最大衣服圧が小さくなった. これは, 測定部位のブラウスの布が動作によって身体から浮いてしまったため

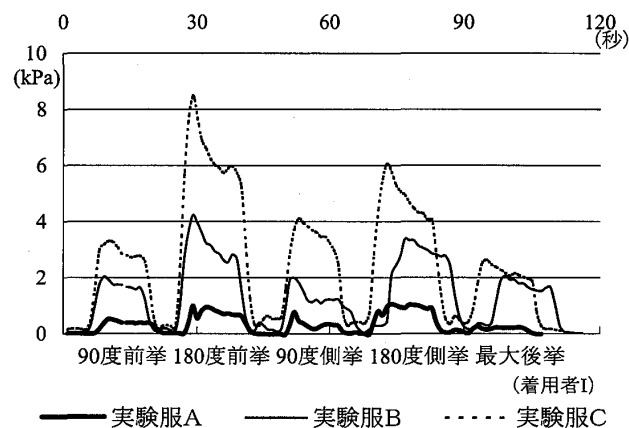


図5. 上肢動作時における上腕側方の衣服圧の変化例

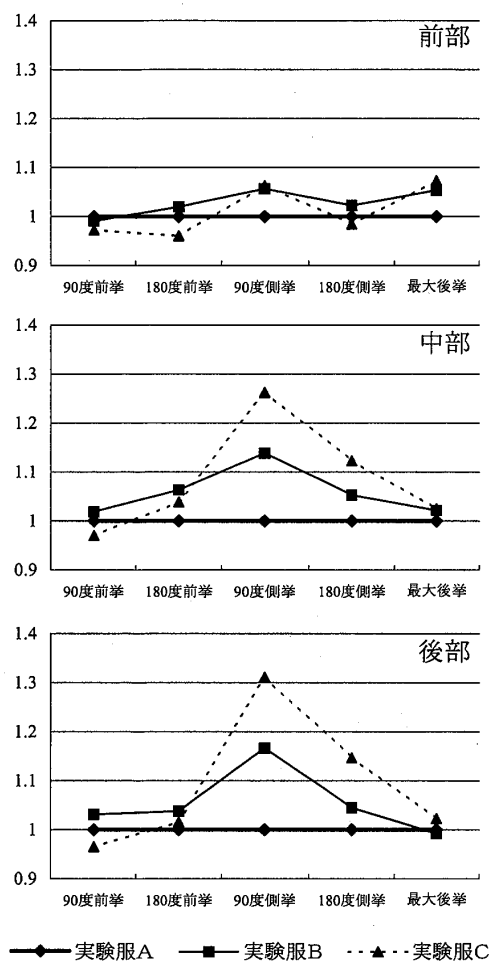
と推測される.

図5は, 上肢動作時における上腕側方の衣服圧の変化例を現した波形である. いずれの波形も各動作と共に最大値を示した後, 減少する傾向が見られた. これは, 上肢動作をすることで袖と上肢との位置関係が変化し, 一時的に強い圧がかかった状態となるものの, その後, 衣服がさらにずれ, また体表面も変形するため, いわゆる衣服が人体になじんだ状態となり, 衣服圧が減少したと考えられる. 今回の実験の結果, この減少の程度は袖幅のゆとり量が少なくなるにつれて大きくなることがわかった.

(3) 筋電図による動作適応性の評価

図6に, 各動作時の上腕三角筋の筋活動量の平均値と分散分析の結果を示す. 分散分析の結果, 前部では「袖幅のゆとり」が有意とならなかったものの, 中部と後部では「袖幅のゆとり」が有意確率 1%以下で有意となった. 従って, 三角筋の中部と後部では, 袖幅のゆとり量の差異によって筋活動量が異なることがわ

袖幅のゆとりと動きやすさ



分散分析の結果

	着用者	袖幅のゆとり	動作
前部	*	-	-
中部	-	**	***
後部	***	***	***

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

図6. 上腕三角筋の筋活動 (mEMG)—実験服Aを基準とした場合の比率—

かった。石垣と猪又⁷⁾によると、衣服の拘束による筋活動量の変化には、以下のようなタイプがあると考えられる。タイプⅠ：袖幅のゆとりが小さい程、筋活動量が大きくなる、即ち、衣服の拘束に対抗して筋活動量が大きくなる。タイプⅡ：袖幅のゆとり量が小さいために衣服による拘束が生じ、動きにくいので動作変化が起こり、その結果として筋活動量が減少する。今回の着用実験の結果においても、これらタイプⅠとタイプⅡが混在していた。表1は三角筋中部の各動作における筋活動量の変化パターンを見たものである。これによると、90度前挙、180度前挙で多かったパターンはB>A>Cでそれぞれ30%であった。90度側挙、

表1. 中部における筋活動量の変化パターン別出現率 (%)

	90度 前挙	180度 前挙	90度 側挙	180度 側挙	最大 後挙
C>B>A	—	20	80	50	—
C>A>B	10	10	—	20	20
B>A>C	30	30	10	—	10
B>C>A	30	20	10	20	40
A>B>C	—	20	—	—	10
A>C>B	20	—	—	—	20
A=B>C	—	—	—	10	—
C>A=B	10	—	—	—	—
合計	90	70	20	30	80

—：出現なし。その他、B=C>A, A>B=C, A=C>B, B>A=Cは中部において出現なし。

180度側挙で多かったパターンはC>B>Aでそれぞれ80%、50%であった。最大後挙で多かったパターンはB>C>Aで40%であった。従って、側挙動作はタイプⅠ、前挙及び後挙動作はタイプⅡに相当すると考えられる。衣服の拘束によって動作変化が起きていると考えられる前挙及び後挙動作についてビデオ画像で観察した所、上肢動作の変化が確認された(図7)。タイプⅠと考えられるC>B>Aの着用者では実験服による動作変化は見られなかったが、タイプⅡと考えられるB>C>Aの着用者では袖幅のゆとり量が小さい実験服Cにおいて、上肢が体幹から側方に離れるといった動作変化が観察された。一般的なセットインスリーブの場合、袖は身頃に対して側方に離れた斜め下向きに付いている。従って、上肢が体幹に近い位置にある時よりも、体幹から側方に離れた、即ち袖の付いている方向に上肢が位置する時の方が袖の拘束による生体負担が小さいと考えられる。今回、前挙及び後挙動作で見られた図7のような動作変化は、袖による拘束から生体負担を軽減しようとする反応によるものと考えられ、そのために、これらの動作において袖幅のゆとり量が小さい実験服Cの筋活動量が小さくなる人が多かったと推測される。このように、筋電図からは衣服の拘束による動作の変化を捉えることができた。

(4) 官能評価、衣服圧、筋電図の関連性

主観的評価である官能評価と、客観的評価である衣服圧、筋電図との関連性を見るために、それぞれで得られた各動作2回分の測定結果の平均値を算出し、着

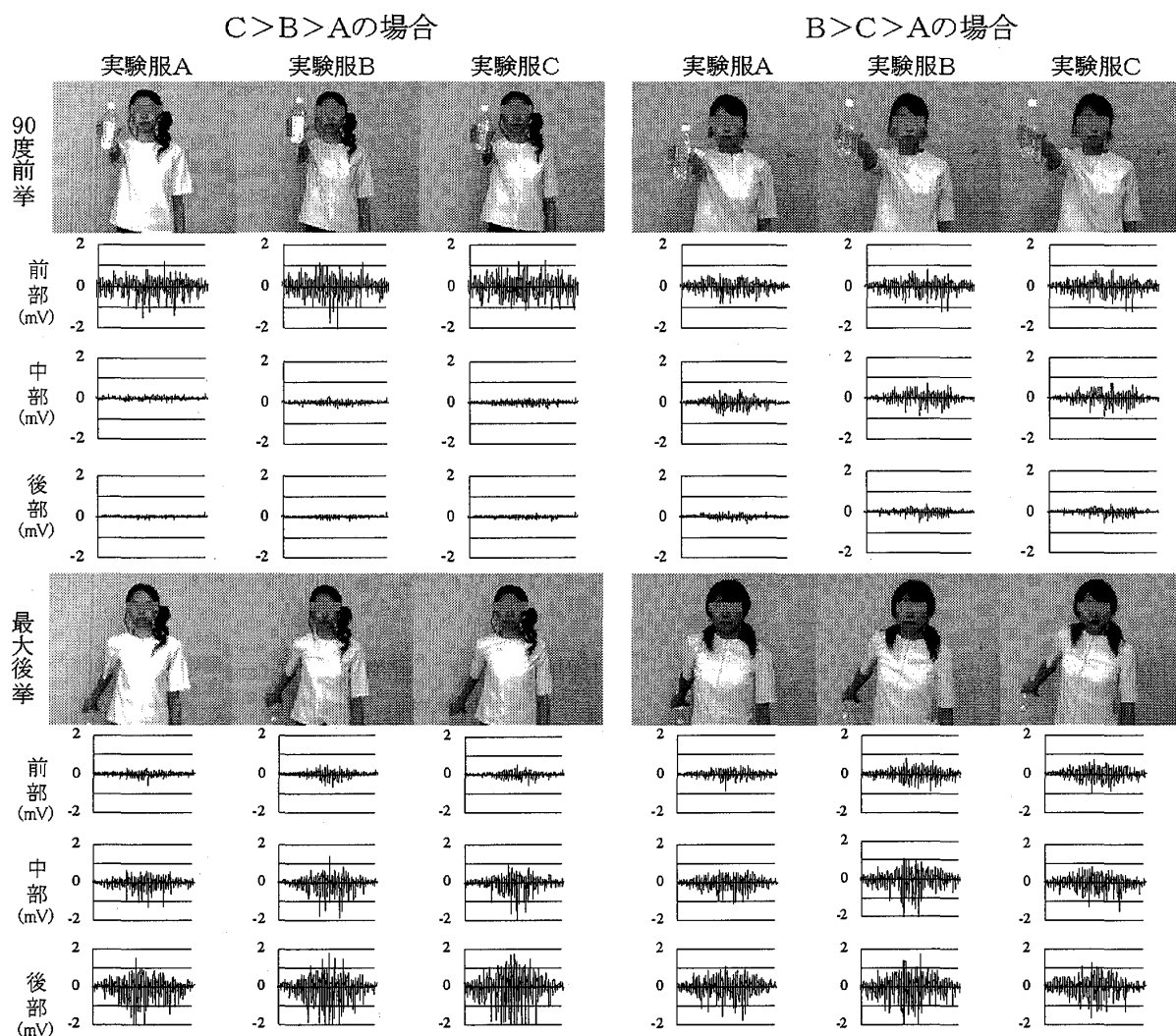


図 7. 衣服の拘束による上肢動作の変化—ビデオ画像及び上腕三角筋の筋活動より—

表 2. 官能評価と最大衣服圧の相関係数

		着用者 1	着用者 2	着用者 3	着用者 4	着用者 5
上腕側方	Pearson の相関係数	-0.711	-0.831	-0.723	-0.742	-0.878
	有意確率 (両側)	**	***	**	**	***
		(0.003)	(0.000)	(0.002)	(0.002)	(0.000)
上腕後方	Pearson の相関係数	-0.686	-0.841	-0.481	-0.634	-0.591
	有意確率 (両側)	**	***	—	*	*
		(0.005)	(0.000)	(0.069)	(0.011)	(0.020)

用者ごとに各々の相関について検討した。その結果、官能評価と最大衣服圧との間に相関が認められた (表 2)。官能評価と最大衣服圧上腕側方との間には、全着用者において相関が認められた ($r = -0.711 \sim -0.878$)。また、官能評価と最大衣服圧上腕後方との間においても相関が認められた ($r = -0.591 \sim -0.841$)。官能評

価において最も評価が高く、動きやすいとされた実験服 A の最大衣服圧の平均値を見ると、上腕側方では $0.503 (\pm 0.427)$ kPa、上腕後方では $0.675 (\pm 0.469)$ kPa であった。次に動きやすいと評価された実験服 B では、上腕側方が $1.560 (\pm 0.885)$ kPa、上腕後方が $1.596 (\pm 1.045)$ kPa であった。そして、最も評価が

袖幅のゆとりと動きやすさ

低く、動きにくいとされた実験服 C では、上腕側方が 3.280 (± 1.669) kPa, 上腕後方が 2.451 (± 1.309) kPa であった。以上のことから、上半身用衣服の「動きにくい・動きやすい」といった感覚に、最大衣服圧が影響を与えていることがわかり、動作適応性の客観的評価尺度としての衣服圧の有効性が示された。

一方、官能評価と筋電図との間には相関が認められなかった。これは、前述したように、衣服の拘束によって上肢動作が変化し、袖幅のゆとり量が小さい実験服 C において筋活動が小さくなる場合もあったためと考えられる。

4. 要 約

袖幅のゆとり量の差異が上肢動作に与える影響について着用実験を行い、動作適応性に関して官能評価、衣服圧、筋電図を用いて検討した。着用者は、21~24 歳の健康な女子大学生 5 名である。実験の要因は「袖幅のゆとり」で 3 水準（実験服 A：上腕最大囲+11 cm, 実験服 B：上腕最大囲+7 cm, 実験服 C：上腕最大囲+3 cm）に設定した。実験動作は右上肢 5 動作である。

主な結果は次の通りである。

(1) 静止時の拘束感についての官能評価では、分散分析の結果、“身頃”、“袖ぐり”、“袖幅”、“ブラウス全体”において「袖幅のゆとり」が有意となった。袖幅のゆとり量の差異が“袖幅”の「きつい・ゆるい」の感覚だけでなく、“身頃”や“袖ぐり”、“ブラウス全体”の拘束感にも影響を与えていることがわかった。

(2) 動作時の動きやすさについての官能評価では、分散分析の結果、「袖幅のゆとり」が有意となり、袖幅のゆとり量が小さい程、動きやすさの評価が低くなることがわかった。

(3) 上腕部における最大衣服圧では、分散分析の結果、「袖幅のゆとり」が有意となり、袖幅のゆとり量

が小さい程、上腕部の最大衣服圧が大きくなることが示された。

(4) 官能評価と最大衣服圧との間に相関が認められ ($r = -0.711 \sim -0.878$)、「動きやすさ」の感覚に上腕部の最大衣服圧が影響を与えていることがわかった。

(5) 筋電図では分散分析の結果、「袖幅のゆとり」が有意となり、側挙動作においては袖幅のゆとり量が小さい程、三角筋の筋活動が大きくなることが示された。

引 用 文 献

- 1) 松山容子 (編著), 猪又美栄子, 川上 梅, 高部啓子, 林 隆子 (共著):『衣の科学シリーズ 衣服製作の科学』, 建帛社, 東京, 86-94 (2001)
- 2) 猪又美栄子, 堤江美子, 西野美智子:衣服のゆとりと動作適合性に関する一考察, 家政誌, **33**, 129-135 (1982)
- 3) 清水裕子, 清水義雄, 弓削 治:袖パターンの違いによるブラウスの被服圧変化, 織学誌, **48**, 350-356 (1992)
- 4) 岡田宣子:高齢者服設計のための基礎的研究—高齢者の脱ぎ着しやすい衣服ゆとり量—, 家政誌, **55**, 31-40 (2004)
- 5) 猪又美栄子, 加藤理子, 清水 薫:筋電図・関節角度の変化からみた衣服による動作拘束—タイトスカート—, 家政誌, **43**, 559-567 (1992)
- 6) 猪又美栄子, 加藤理子, 清水 薫:衣服による長時間拘束の人体への影響 (予報), 家政誌, **43**, 691-696 (1992)
- 7) 石垣理子, 猪又美栄子:ジャケットの動作適応性評価—官能検査, 動作時間, 筋電図からの検討—, 昭和女子大学大学院生活機構研究科紀要, **15**, 95-105 (2006)
- 8) (社)人間生活工学研究センター:『日本人の人体計測データ 1992-1994』(1997)
- 9) 柳沢澄子:『被服体型学』, 光生館, 東京, 122-134 (1976)
- 10) 石垣理子, 猪又美栄子, 白石佳子, 木村優子, 西田勝:子守帯の快適性評価—官能評価と接触圧からの検討—, 昭和女子大学学苑, **793**, 119-125 (2006)