

ピアニストの着衣状態と演奏効果との関係

木岡 悦子・森 由紀

Relation between Wearing Condition and Piano Performing Efficiency

Etsuko Kioka and Yuki Mori

keywords: Wearing condition 着衣条件 Motion analysis 動作分析

EMG 筋電図 Piano performing efficiency ピアノ演奏効果

Pulse 脈拍 Semantic Differential method SD 法

1. 緒 言

日常なにげなく着用している被服も、時には人間の生活活動を妨げたり、着心地の不快感から思わぬ事態を招くこともある。

人間にとって最も身近な環境となる被服は、常に着衣する人とかかわって着心地をつくる。着心地の快・不快については生理的・心理的側面から追求することが望まれるが、それが仕事の質・量にいかにかかわるかについて検討を試みることにした。

本研究では、女性ピアニストの演奏が、着衣の状態によって何らかの影響を受けるものかどうかについて、演奏者の心身の反応を脈波、筋電図、演奏中の姿勢分析から実験的に検討した。また、演奏効果については、録音を聴取した被検者の評価を SD 法による評定結果から比較検討を行った。

これをもとに、着衣状態と演奏効果とのかかわりについて考察を加え、着

心地という人間にとっての微妙な問題を解く手掛かりとした。

2. 研究内容

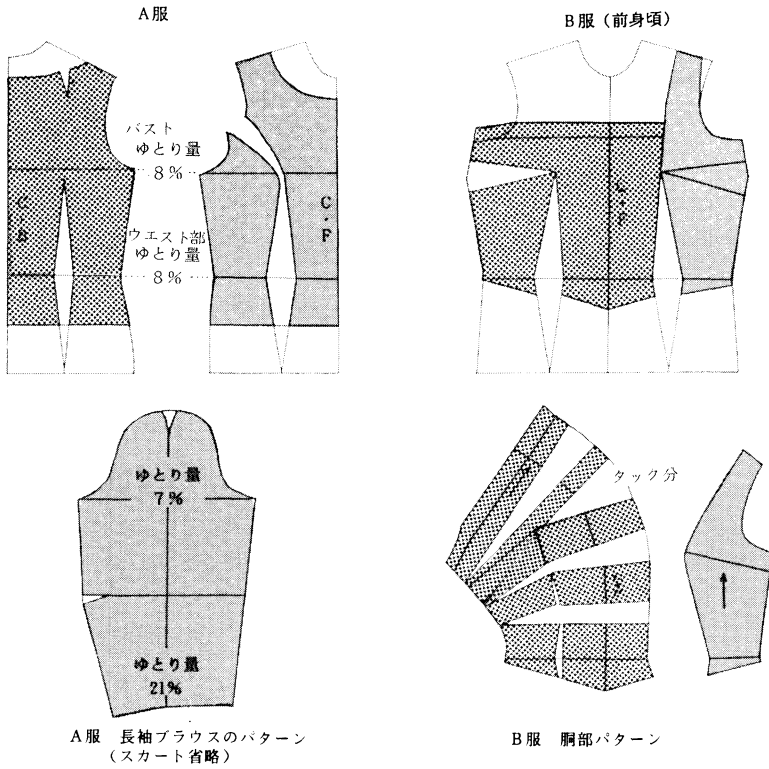
(1) 研究の概要

被検者は30歳の女性ピアニストである。ピアノ演奏実験に使用した衣服は、一つは胴部・袖が被検者の体型にフィットした密着型の長袖ブラウス（綿ブロード）とロングスカートのA服で、これに対しB服は、演奏会用に作製したもので、両袖および右肩部のない、シルクタフタのロングドレスである（図1）。A・Bの実験服を着用してそれぞれ同一曲目、I～IIIのフレーズを演奏し、その間の被検者の生理的変化ならびに姿勢変異量について調べ、演奏を録音した〔実験1〕。実験1で得られた演奏曲の録音テープを45名の被検者に聴取させ、SD尺度法を用いて評定を行った〔実験2〕。実験1および2の結果を分析し、実験服AおよびBの着衣の異なる状態が被検者ピアニストの生理的状態や演奏効果に影響をおよぼすものかどうか、総合的に考察し検討を試みた。

(2) 実験1の手順

本学音楽室を実験室とし、被検者は入室後安静を保ち、右上腕二頭筋および上腕三頭筋に筋電図表面電極を、左耳垂に容積脈波計を装着した。通常は指尖で容積脈波を測定するのが一般的であるが、ピアニストの演奏を研究対象とする本実験では、指尖にかわる部位として左耳垂に装着することとした。脈波の安定を待って、ブラームス・ソナタ・3番・作品5を演奏開始、演奏終了後安静10分、その間の脈波・筋電図をT社製記録装置R-60に収めた。また、演奏中の姿勢を背面・側面からビデオ撮影した（図2）。なお、S社製エレクトレットコンデンサーマイクロフォンECM-959AおよびステレオカセットコーダーWM-D6Cを用いて演奏録音を行った。

30分間休憩をはさみ、もう一つ実験服を着用して同様の実験を行った。2



A服 長袖ブラウスのパターン
(スカート省略)

B服 胸部パターン



図1 実験用衣服 A および B

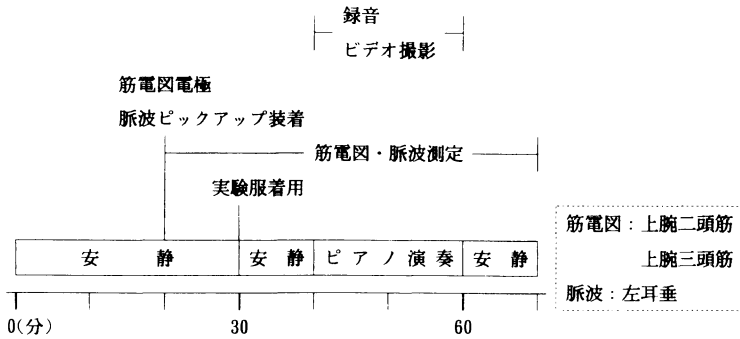


図2 実験1の手順

週間後、A・B服の着用順序を変えて同様の実験を行った。これについては室内の環境条件を同一にするよう配慮した。実験日①は1994年12月14日、実験日②は1995年1月9日である。室温 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 5\%$ であった。

(3) 筋電図および容積脈波の測定と解析方法

上腕二頭筋および三頭筋の筋電図を NEC ソフト「筋電図計測 NO. 9801」により積分し、実験服間の筋活動の差について検討した。

容積脈波の測定記録から安静時および各フレーズごとに脈波の比較的安定している15秒間の拍数を読み取り、1分当たりの拍数に換算した。演奏前安静時に対する各フレーズの値の比を求め分散分析を行った。また波形を積分し、振幅と基線からの揺れについて考察した。

(4) 画像よりとらえた演奏中の姿勢分析

演奏中の動作を背面および右側面からビデオ撮影し、演奏中の動作分析の資料とした。あらかじめ被検者の頸椎点、左右肩峰点、左右肘点、胴部左右外側点をマークし、それら基準点の演奏時の動きをビデオ画面上からとらえた。画像解析装置ピアスⅢにより2/15秒間隔で分析した。実験服Aおよび

フレーズ I

Musical score for Phrase I, featuring piano and violin parts. The score includes dynamic markings such as *mf*, *f*, *pp*, and *ppp*, along with articulation marks like accents and slurs. The piano part is in the lower register, while the violin part is in the upper register.

澄んだ響き——濁った感じ
 ダイナミックな——おとなしい
 軽やか——重たい
 鋭い——鈍い

フレーズ II

Musical score for Phrase II, featuring piano and violin parts. The score includes dynamic markings such as *mf*, *f*, *pp*, and *ppp*, along with articulation marks like accents and slurs. The piano part is in the lower register, while the violin part is in the upper register.

潤いのある——カサカサした
 広がりのある——広がりがない
 澄んだ響き——濁った感じ
 軽やか——重たい
 柔らかい——硬い

フレーズ III

Musical score for Phrase III, featuring piano and violin parts. The score includes dynamic markings such as *mf*, *f*, *pp*, and *ppp*, along with articulation marks like accents and slurs. The piano part is in the lower register, while the violin part is in the upper register.

澄んだ響き——濁った感じ
 ダイナミックな——おとなしい
 繊細な——荒い
 リラックスした——緊張した
 鋭い——鈍い
 はっきりした——ぼんやりした

図 3 演奏効果の評定項目 (実験 2)

B のそれぞれ I ～ III フレーズについて行った画像解析結果を比較検討した。

(5) 「実験 2」演奏効果の評定

実験服 A および B それぞれについて、収録したブラームス・ソナタ・3 番・作品 5 のフレーズ I ～ III 演奏録音曲を、被検者に順序を変えて聴取させた。被検者は 19 歳～50 歳（うち男性 16 名）45 名で、年代構成は、20 歳代が 23 名と最も多く、他はそれぞれ数名の分布状態である。

相対する形容詞対からなる評価項目について、5 段階尺度による SD 評定法で演奏効果を調べた。フレーズ I はフォルテに始まって左手にスタッカートが続く軽やかな調子を特徴とする。これに続いて感情を込めたやさしい旋律のフレーズ II，フレーズ III はフォルテシモに始まり力強い鋭い音が連なるものである。そこで、フレーズ I では「澄んだ響き／濁った響き」「ダイナミックな／おとなしい」「軽やか／重たい」など 4 評価項目、フレーズ II では「潤いのある／カサカサした」「柔らかい／硬い」など 5 項目、フレーズ III では「繊細な／荒い」「ダイナミックな／おとなしい」「鋭い／にぶい」など 6 項目をとり、計 15 評定項目とした（図 3）。評定については「どちらとも言えない」を各評定の中央値とし、評定内容の程度を「非常に」「やや」と段階区分し、5 段階の評定尺度を作成した。各評定尺度結果を 5～1 に得点化し、各フレーズごとに実験服および被検者の性別を要因とする 2 元配置法による分散分析を行った。

3. 結果および考察

(1) 演奏中の筋電図および脈波の変動

演奏中の筋電図および容積脈波の変動の一例を図 4-1～3 に示した。上から脈波、筋電図（上腕二頭筋）、同じく（上腕三頭筋）、声紋（ピアノ音のダイナミック・レンジ）の記録波である。上腕二頭筋および上腕三頭筋の筋電図では、曲の進行にしたがって実験服 A・B に一見して類似したスパイク

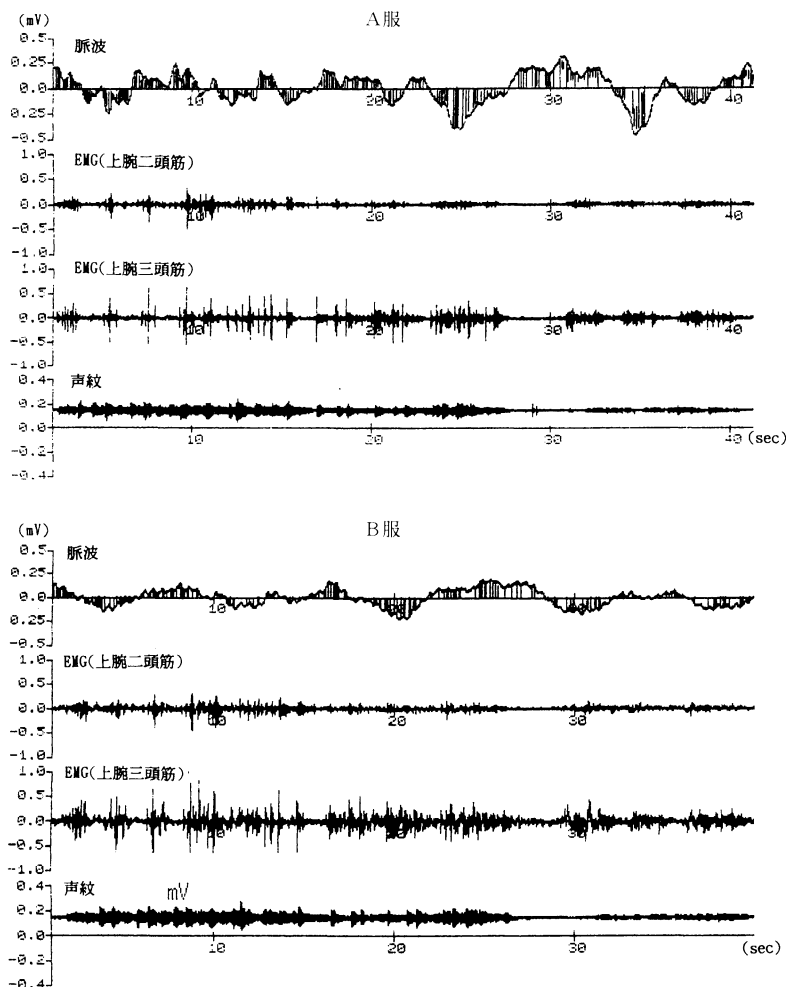


図 4-1 演奏中の生理的变化—フレーズ I—

の展開がみられるが、しかし、B 服における振幅は A 服に比較して大きく緻密であることがうかがえる。筋電図の積分値を求めると、上腕二頭筋・三頭筋いずれにおいても A 服着用時より B 服の方が積分値が大で、特にフレ

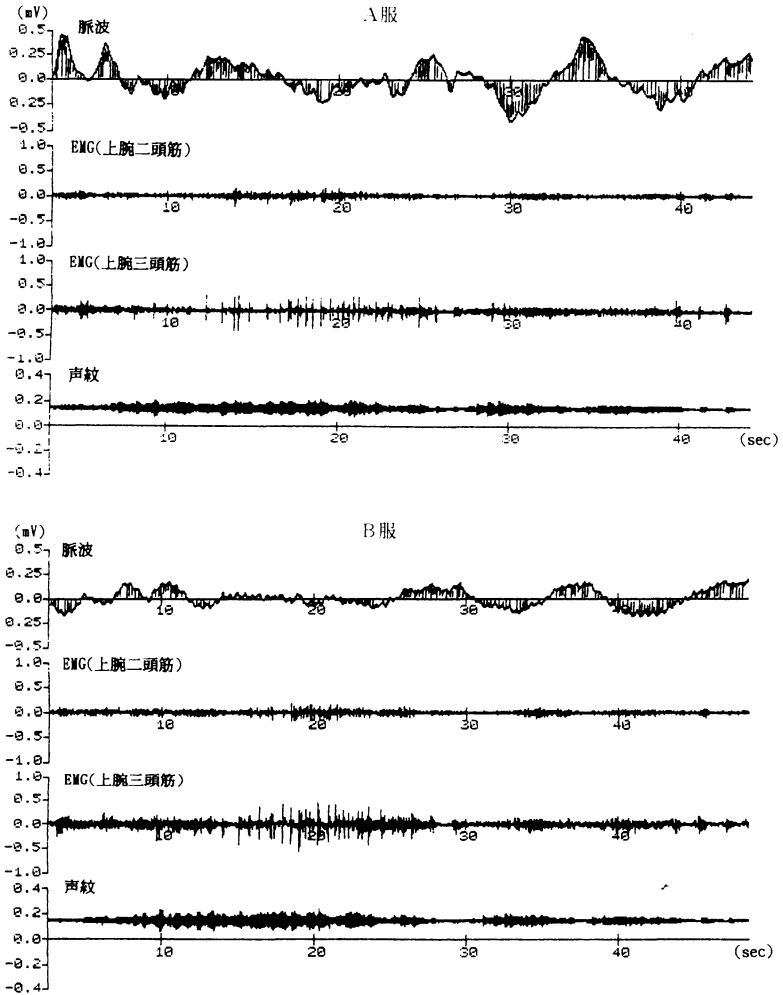


図 4-2 演奏中の生理的变化—フレーズⅡ—

ーズⅡの上腕三頭筋においてその差が顕著な傾向が認められた。上腕二頭筋筋電図の積分値を実験日、実験服、フレーズを変動要因として分散分析した結果を表1に示した。実験日、実験服間にそれぞれ1%水準で、フレーズ間

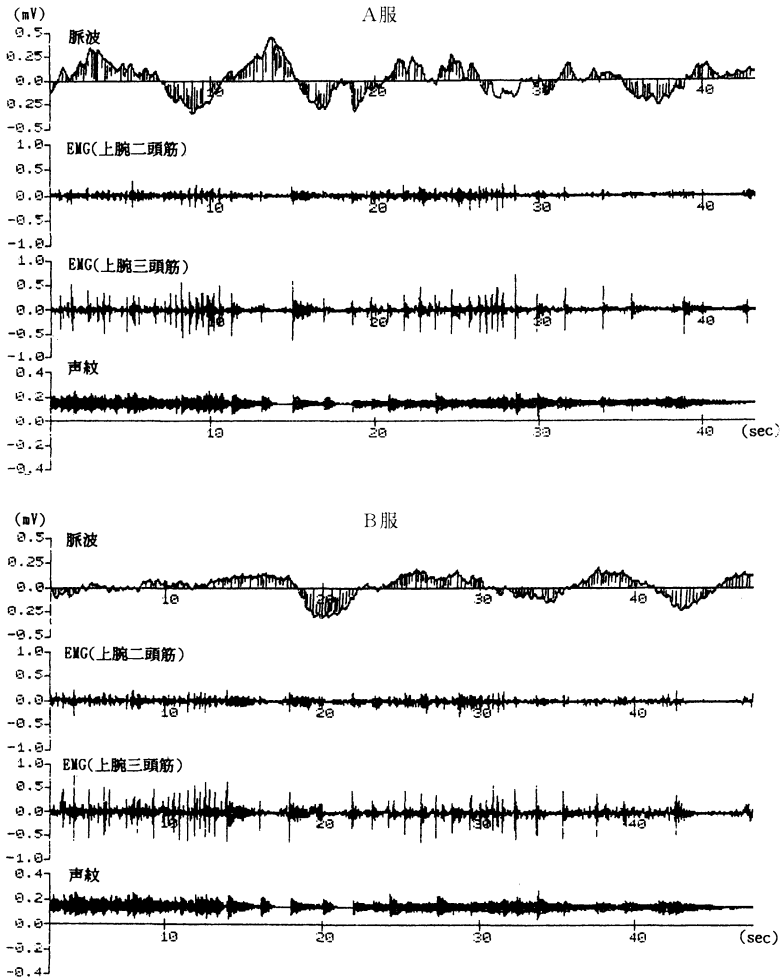


図 4-3 演奏中の生理的变化—フェーズⅢ—

に5%水準で有意差が認められた。上腕三頭筋においても同様の結果が得られた。A服着用時よりB服の筋電図積分値が大であるということは、上腕二頭筋および三頭筋における筋電図に表れた電氣的抵抗がB服着用時に大

で、筋活動が大であったといえる。このことについては、A服では衣服による拘束のために動作が妨げられ腕を動かす度合いが充分でなかったのに対し、B服では抵抗なく演奏ができたものと推察される。

演奏中の脈拍数の変化については、記録された容積脈波から単位時間当たりの脈拍数を読み取り、演奏前脈拍数に対する変化率を求め、分散分析を行った。結果は表2のとおり、脈拍数については実験服間およびフレーズ間に有意差が認められた。しかし、実験日間には差はみられなかった。脈拍数については酸素消費量の増加とともに上昇するといわれるが、本実験において

表1 上腕二頭筋積分値に関する分散分析表

変動因	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比
全体 (T)	11	0.4025		
因子 A (実験日)	1	0.1408	0.1408	169.0000 [**]
因子 B (実験服)	1	0.1408	0.1408	169.0000 [**]
因子 C (フレーズ)	2	0.0950	0.0475	57.0000 [*]
交互作用 (AB)	1	0.0208	0.0208	25.0000 [*]
交互作用 (AC)	2	0.0017	0.0008	1.0000 []
交互作用 (BC)	2	0.0017	0.0008	1.0000 []
交互作用 (ABC)	0	0.0000	0.0000	0.0000 []
誤差 (SE)	2	0.0017	0.0008	

[**] $p < 0.01$ [*] $p < 0.05$

表2 脈拍数に関する分散分析表

変動因	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比
全体 (T)	11	0.1867		
因子 A (実験日)	1	0.0133	0.0133	16.0000 []
因子 B (実験服)	1	0.0833	0.0833	100.0000 [**]
因子 C (フレーズ)	2	0.0517	0.0258	31.0000 [*]
交互作用 (AB)	1	0.0033	0.0033	4.0000 []
交互作用 (AC)	2	0.0217	0.0108	3.0000 []
交互作用 (BC)	2	0.0117	0.0058	7.0000 []
交互作用 (ABC)	0	0.0000	0.0000	0.0000 []
誤差 (SE)	2	0.0017	0.0008	

[**] $p < 0.01$ [*] $p < 0.05$

も B 服の筋活動が大であることによる酸素消費量の増加が、脈拍数の上昇を招いたと考えられる。

脈波積分値については、実験日②において実験服 A と B との間に有意な差が認められた。しかしこの場合、B 服での脈拍数が大であるにもかかわらず、A 服における脈波積分値が大であったのは、図 4 (脈波) にもみられるように基線からの揺れが B 服に比して大きくあらわれていることとかわると考えられる。

容積脈波は、気温や体位あるいは精神的状態や自律神経支配状況など、人間のいろいろな外的・内的因子の影響を表現しているナイーブな情報である。それだけに、課せられた負荷に対してどのように反応するか、その反応の大きさから情報を得ることができると考える。逆に記録された容積脈波の情報からその変動量を読み取ることは、着衣状態によるストレスの違いを読みとることになると考えたものである。脈波では呼吸系のリズムに沿った波形が記録されるのが一般的であるが、本実験では、加えて基線から上・下に不規則な揺れが顕著にみられた A 服着用時については、精神的不安定の度合いを示すものと考えられる。

特に実験日②のフレーズⅡでは、A 服着用時の演奏時間が 41 秒に対し、B 服では 46 秒とゆったり演奏されているにもかかわらず、脈波の積分値をみると A 服時が $5.6 \text{ mV} \cdot \text{sec}$ 、B 服では $3.4 \text{ mV} \cdot \text{sec}$ と両者に顕著な差が認められる。A 服着用時の演奏では、フレーズⅡにおける脈波型の基線からの揺れが最も大きくあらわれていることと関連すると解した。

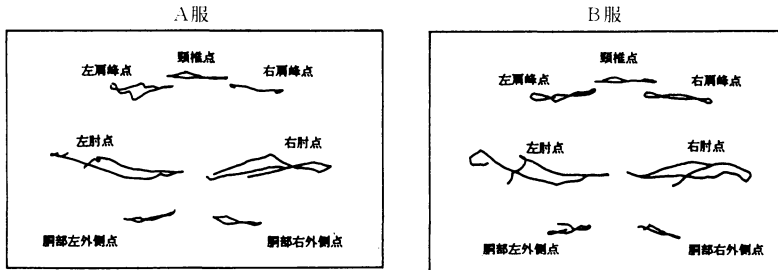
脈波および筋電図の積分値が実験日①・②に異なる特徴がみられ実験によって差が認められた。実験日②では、実験日①よりも A 服の場合の脈波の積分値が大きくあらわれ、これに反して筋電図の積分値が同じく実験日①のそれより小さいことが認められた。つまり、被検者は実験日②の時のほうが、A 服着用で腕を動かすににくいもどかしさをより大きく感じとっていたと推定される。筋活動が小であること、それによる心の不安定要素が脈波の基線の揺れに大きくあらわれたものと考えられる。実験日①・②とも環境条

件や実験条件を同一となるよう配慮したにもかかわらず、実験日による差が生じたことは、被検者の心身の状態や、外気温と室温との差など微妙な問題とかかわったことによると思われる。

(2) ビデオでとらえた演奏中の動作域

演奏中の各基準点の軌跡を被検者背面でとらえると、図5（フレーズI例）にみられるように頸椎点、左右肩峰点、左肘点におけるB服での最大移動距離がAのそれに比べて大きくあらわれていた。この場合、画面上での2次元計測による誤差はあるかと思われるが、B服においては動作拘束が少なかったことがその画面動作域を大きくしたといえる。

被検者が演奏中に、A服では両手を交差することが極めて困難であった



計測点の最大移動距離

基準点	実験服	
	A	B
頸椎点	18.7	20.8
右肩峰点	18.2	21.9
左肩峰点	19.5	21.4
右肘点	39.9	39.3
左肘点	42.7	44.2
胸部右外側点	15.8	14.0
胸部左外側点	16.7	14.1

(cm)

図5 画面からとらえた演奏中の各基準点の軌跡

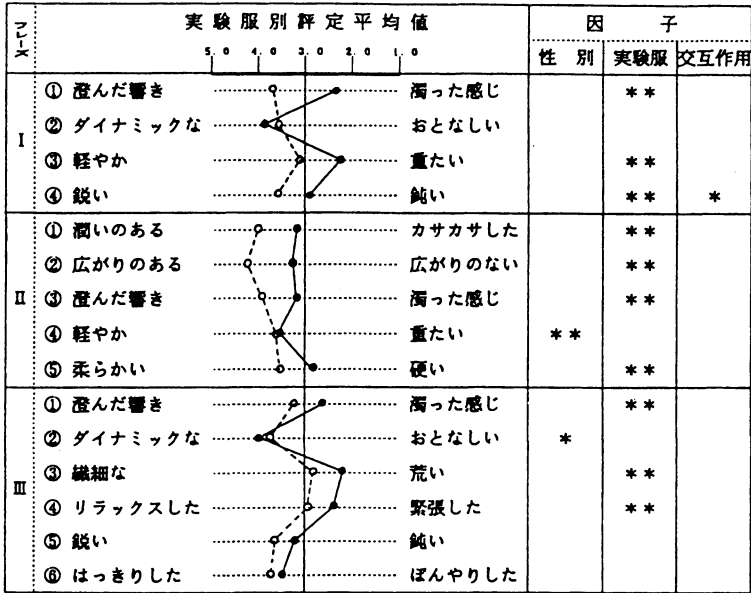
と告げていた。このことから動作域が制限されたことが裏付けられた。一方、胴部における動作域では、A服のほうが最大移動距離が大きくあらわれていた。このことは、腕の動作制限が体幹部で補われた結果であろうと考えられる。背面からとらえた演奏時の被検者の姿勢を基準点の動きから考察すると、ゆとりのないA服の着用時にうけた上腕動作の制限が、その補償を体幹の動きに補償されていると解された。演奏中の動作制限によるストレスが脈波型や筋電図などにB服の場合と異なる結果を招いたと考えられる。

(3) 演奏効果の評価結果

演奏効果に関する評定得点を各フレーズごとに、被検者の性別、実験服、評価項目を変動因子として3元配置による分散分析を行った結果、いずれも実験服A・B間に有意差が認められ、ゆとりのない袖付きのA服より演奏会用のB服が評価得点が高いことがわかった。三つのフレーズのうち、フレーズⅡについてのみ被検者の性別に有意差があった。男性の評定平均値3.34に対し、女性は3.63で高い得点が示された。すべてのフレーズにおいて評価項目間に有意差が認められた。

各項目別に評定にかかわる印象因子を分散分析から求めると(図6)、フレーズⅠでは「澄んだ響き-濁った感じ」「軽やか-重たい」「鋭い-鈍い」に実験服A・B間の差がみられた。フレーズⅡでは「潤いのある-カサカサした」「広がりのある-広がりがない」「澄んだ響き-濁った感じ」「柔らかい-堅い」に実験服A・B間の差がみられた。「軽やか-重たい」の評定項目においては、男性3.19の評定平均値に対し、女性3.74で被検者の性別に差が認められた。フレーズⅢでは「澄んだ響き-濁った感じ」「繊細な-荒い」「リラックスした-緊張した」に実験服間の差が認められた。

以上のように、ピアニストの着衣状態が演奏効果にどのようにかわるかについて評価を行ったところ、多くの項目にわたり、長袖・密着衣であるA服に比し、袖のない演奏会用のB服に高い評価得点が得られた。筋電図や容積脈波にあらわれた生理的状态や、被検者の動作域におけるA・B服



—●— : A 服, ...○... : B 服

** : $p < 0.01$ * : $p < 0.05$

図6 演奏評価のプロフィールとそれにかかわる因子

間の差は演奏評価結果を裏付けるものであった。実験後、被検者であるピアニストから、B服では開放感があり、音量・ニュアンスのコントロールが自由にできたが、A服では左右の交差が思うようにできず弾きにくかった。また、腕の力が抜けないために豊かな音量が出せなかったとする感想が得られた。演奏効果の評価に関する実験を通して、衣服がピアニストの心理・生理にかかわって微妙な音の世界をも左右することが示唆された。

4. 要 約

ピアニストの着衣状態が演奏効果にどのような影響を与えるかについて着衣実験を通して被検者ピアニストの生理的状态を筋電図、脈波、動態から考察した。さらに録音テープを45名の被検者に聴取させ、評価項目ごとに評

値し、SD 法により分析した。

結果、長袖のタイトフィットした上着の実験服 A 着用時と、袖なしの演奏会用の実験服 B 着用時の間に有意に差のあることが明らかとなった。B 服の場合が上腕二頭筋・三頭筋の筋活動が著しく、脈波においては実験服 A の積分値が大であった。腕の動きが思うようにならないといった心理的ストレスが脈波形の不安定さにつながったと思われる。実験服 A と B のそれぞれについて、演奏を録音したテープを聴取した被検者の評価判定は、「澄んだ響き／濁った感じ」「軽やか／重たい」など B のほうに高い得点が得られ、A・B 間に有意差のあることが認められた。以上、ピアニストにとっての衣服は心理・生理に影響し、演奏効果を左右するものであることが明らかとなった。

本稿を終えるにあたり、厳しい条件下で演奏実験をしていただいたピアニストの岩佐えり子さんに深謝いたします。また、実験にご助力いただいた方々、中でも NEC メディカル中谷国泰氏にお礼申し上げます。石川マサエ・吉川充恵両助手には実験・研究にお手伝いいただき感謝いたします。

なお、本研究の概要は平成 7 年度日本家政学会第 47 回大会において発表した。

引用ならびに参考文献

- ・梅本堯夫 (1996) 『音楽心理学の研究』ナカニシヤ出版
- ・大山 正, 瀧本 誓, 岩澤秀紀 (1993) 『セマンティック・ディファレンシャル法を用いた共感覚性の研究—因子構造と因子得点の比較—』行動計量学, 20, 2, 55~64
- ・木岡悦子 (1985) 『タイトスリーブによる上肢圧迫と抹消循環血流及び皮膚温の早期応答』甲南女子大学研究紀要, 創立 20 周年記念号, 597~608
- ・木岡悦子 (1986) 『タイトな着衣での負荷作業時における身体的影響について』日衛誌, 41, 1, 473
- ・木岡悦子, 森 由紀 (1995) 『負荷作業におけるタイトウェアの着用感と作業能率への影響』甲南女子大学研究紀要, 創立 30 周年記念号, 277~296
- ・木岡悦子, 森 由紀, 石川マサエ (1995) 『日本家政学会第 47 回大会要旨集』
- ・田口真善, 山地啓司, 北川 薫, 大築立志, 島岡 清 (1980) 『体力・健康・運動—その科学的基礎—』文理閣, 155
- ・吉村正治 (1980) 『臨床脈波のポイント』中外医科 167~171