

複層クッション材の座り心地長時間予測に関する研究

滝 本 成 人*・堀 越 哲 美**

Research on Prolonged Prediction of the Comfortableness
of Double Layer Cushion Material

Narihito TAKIMOTO and Tetumi HORIKOSHI

1. はじめに

椅子のクッション材としてウレタンフォームがしばしば用いられる。これを複層させると座り心地がよくなると言われており、職人らの経験を頼りにその条件が決められてきた。座り心地に関する先行研究としては、小原ら（1963・1983・1987）は座面高・座面傾斜と体圧分布の関係を評価した。一方、島崎ら（2002）や古澤ら（2008）は市販の椅子の体圧分布を、山崎ら（2000）や藤巻ら（2006）、大谷ら（2008）は人体支持面の形状と角度を、川口ら（1985）、大内ら（1988）、野呂（2007）、太田ら（2007）、成瀬ら（2008）、藤巻ら（2009・2010）はクッション材の違いを検討したが、方法論としては共通して心理評価のみで、クッション材の構造と嗜好の関係については述べられていなかった。

2. 目 的

本研究はウレタンフォームの硬さと複層材の組み合わせを条件として、体圧分布と長時間心理評価の両方を用いて座り心地の評価指標を明らかにすることを目的とした。長時間測定における、ウレタンフォーム複層クッション材の座り心地特性を、定量的な分析にまとめるものである。そのために、人とクッション材の構造を「座り心地評価」の経時変化と「体圧分布」の経時変化の関係から明らかにするため、以下の2つの測定が必要と考え実験計画を行った。

- ① 人がクッション材に長時間座ると心理評価は継時的に変化をする。着座直後からの心理評価を測定し、それぞれの因子と座り心地特性の関係を明らかにする。
- ② 人がクッション材に長時間座ると体圧分布は継時的に変化をする。体圧分布測定により「最大値、平均値、合計面積、帯域毎の面積」の経時変化を測定し、それぞれの因子と座り心地特性の関係を明らかにする。

* 生活科学部 生活環境デザイン学科

** 名古屋工業大学大学院（現：愛知産業大学）

3. 方 法

はじめに天童木工(株)が標準仕様としている M145 を基準として、ウレタンフォームの硬さの異なる H145, S145 と、厚みの組み合わせが異なる M127, M163 の 5 種類の試験体を対象とした。測定方法は 5 種類の試験体を変形のしない木製ベースの上に水平に設置し、置型クッションの形式とした。座面高さは一般的な背凭れなしベンチの高さに合わせ、クッション材の上部で床面より 420mm で統一した。今回の実験は座面の評価を目的としたため、背凭れの設置は行わなかった。試験体のデータは表 1・2 に示す。

表 1 ウレタンフォームの品質特性と特性値

品質特性	単位	DK-D	DK-C	GD-W	VE-W	VY-C
		リボンデッドフォーム	リボンデッドフォーム	エバーライト	エバーライト	エバーライト
硬さ	kgf	20.0(15.0～25.0)	15.0(11.0～19.0)	20.0(17.0～23.0)	12.0(9.5～14.5)	10.0(7.5～12.5)
伸び	%	50 以上	40 以上	80 以上	150 以上	100 以上
引張り強さ	kg/cm ²	0.50 以上	0.30 以下	0.30 以上	0.8 以上	0.60 以上
セル数	個/25mm	—	—	30 以上	35 以上	20 以上
密度	g/cm ³	0.080(0.065～0.095)	0.065(0.055～0.075)	0.045(0.043～0.047)	0.042(0.040～0.044)	0.040(0.037～0.043)
圧縮残留歪	%	8.0% 以下	8.0 以下	8.0 以下	6.0 以下	6.0 以下

試験方法 JIS K6400 (資料提供：プリヂストン化成品株式会社)

表 2 ウレタンフォーム複層クッション材の組み合わせ

		Hard							Medium							Soft						
		仕様	H127	H136	H145	H154	H163	H172	仕様	M127	M136	M145	M154	M163	M172	仕様	S127	S136	S145	S154	S163	S172
表層	化繊綿	10	10	10	10	10	10	10	化繊綿	10	10	10	10	10	10	化繊綿	10	10	10	10	10	10
上層	GD-W	10	10	10	10	10	10	10	VE-W	10	10	10	10	10	10	VY-C	10	10	10	10	10	10
中層	GD-W	20	30	40	50	60	70	70	VE-W	20	30	40	50	60	70	VY-C	20	30	40	50	60	70
下層	DK-D	70	60	50	40	30	20	20	DK-C	70	60	50	40	30	20	VE-W	70	60	50	40	30	20

単位(mm)

H145は(株)天童木工オフィス特注仕様 / M145は(株)天童木工標準仕様 / S145は(株)天童木工住宅仕様

3-1 長時間心理反応実験

実験は2010年7月10日～15日に、名古屋工業大学内のライフサイエンス実験室で行い、温熱環境は平均気温25.5℃・相対湿度60%の快適環境とした。被験者は表3に示す21～24歳までの健康な男女の計5名(男3名・女2名)とした。実験手順として、被験者は靴を脱いだ状態で試験体に座り、長時間心理評価測定の設定項目の順に答えた。実験中は適宜休憩を入れながらリラックスした状態でを行い、実験終了後適当な報酬を払った。

評価方法は5種類のクッション材についてそれぞれ30分間の測定を行った。アンケート項目は「①柔らかさ・②安定性・③底つき感・④弾力性・⑤心地よさ・⑥総合的評価」の6項目で行った。評定尺度法を用い、-2から+2の5段階評価を10分ごとに行った。心理評価に用いた用語は、統制することでかえって混乱しないように事前の指示は行わず、被験者が日常的に使用している用語に対して、直感的に答えるように促した。

表3 被験者データ

被験者 No	年齢	性別	身長 (mm)	体重 (kg)	座位膝蓋骨上縁高 (mm)	座位殿・膝蓋距離 (mm)
A	21	女	1500	45	436	510
B	24	女	1610	50	478	544
C	23	男	1700	55	469	542
D	22	男	1720	60	494	566
E	22	男	1730	65	497	605

3-2 結果と考察

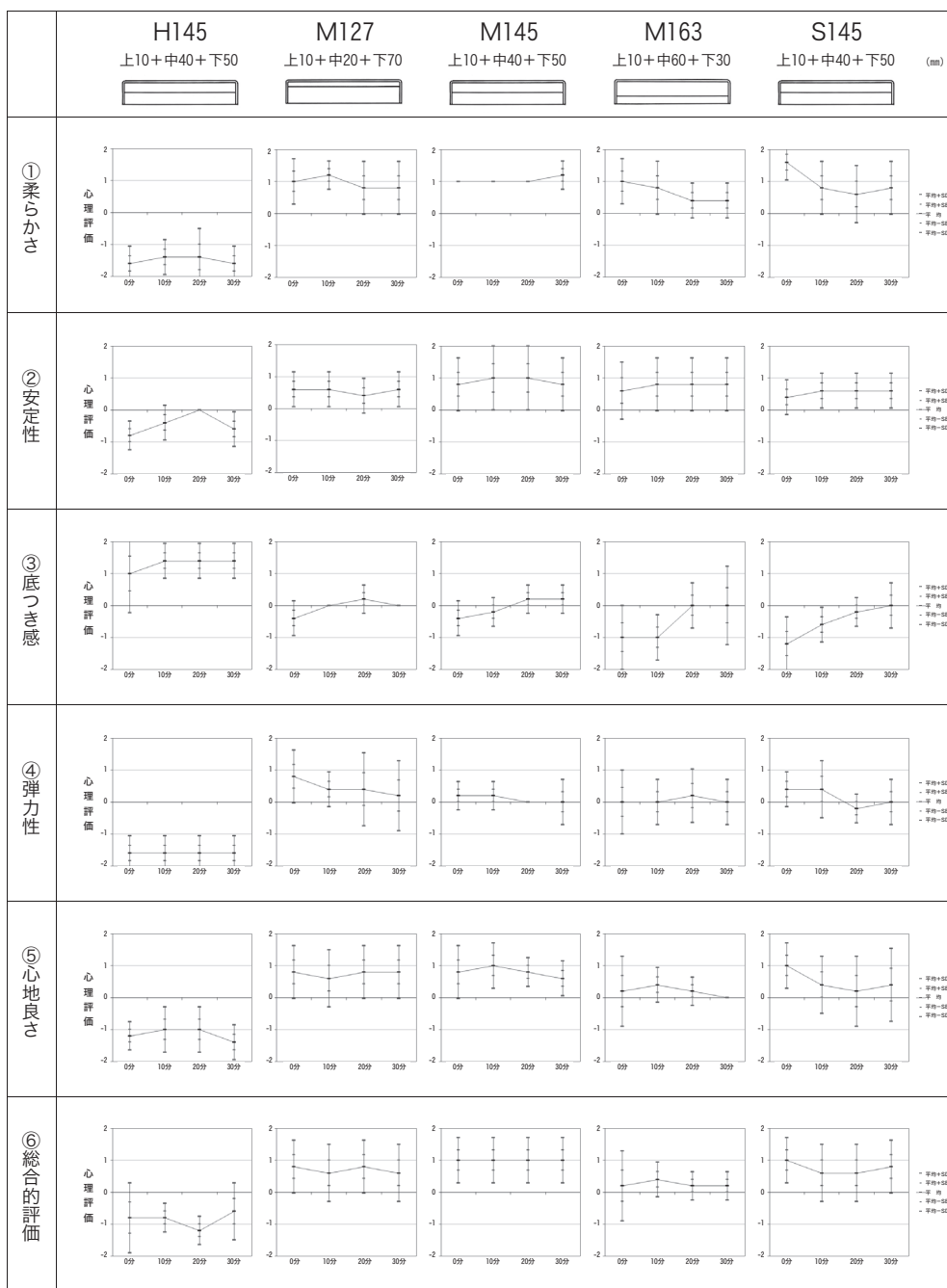
長時間心理評価測定の結果を個人別結果を集計した。次に試験体別の評価項目の経時変化の変動を図1に示す。この結果「①柔らかさ」の経時変化については、M163とS145に評価が下がる傾向がみられた。中層のクッション材の厚さと、硬さが影響していると考えられる。またM145（天童木工(株)標準仕様）は被験者のばらつきが一番小さい結果となった。「②安定性」の経時変化については、H145, M145, M163, S145の試験体において僅かではあるが評価結果が上がる傾向がみられた。ここではM145のばらつきが一番大きい結果となった。「③底つき感」の経時変化については、全てのクッション材に評価が下がる傾向がみられた。特にM163とS145に評価の上り幅が大きく、ここでも中層のクッション材の厚さと、硬さが影響していると考えられる。「④弾力性」の経時変化については、M127とS145に評価が下がる傾向がみられた。H145は一樣に評価が低い結果となり、クッション材の硬さが影響していると考えられる。「⑤心地良さに」の経時変化については、S145に評価が増す傾向がみられた。クッション材の硬さが影響していると考えられる。「⑥総合的評価」の経時変化については、今回の調査項目のもっとも変動が少なかった。試験体別にみると、M145が評価の変動が最も少なく、優れたクッション材といえる。S145が評価の変動が最も大きくなる傾向がみられ、柔らかいクッション材に長時間座ることが決して総合的評価が高いとは言えないことが示唆された。

以上の結果より、心理評価とクッション材の関係は、クッション材の積層の組み合わせの違いよりも、ウレタンフォームの硬さの違いが、心理評価に強く影響をおよぼしていることが明らかとなった。このことは、硬さが沈込みに影響するため、変形のメインで働く場所が積層のどこになっても、心理評価は材料全体としての変形に依存していると考えられる。著者（2013）が短時間測定で行った「心理評価と体圧分布を用いたクッション材の座り心地評価に関する指標化の試み」（人間と生活環境, 20(2), 129/136）での心理評価の短時間測定と同じ結果となった。

3-3 長時間体圧分布測定（30分測定）

本節では、長時間体圧分布測定により「最大値、平均値、合計面積、帯域毎の面積」の経時変化を測定し、ウレタンフォーム複層クッション材の、硬さと組み合わせの違いによる、人体支持面の圧力分布の経時変化と、それぞれの因子と座り心地特性の経時変化の関係を明らかにする。

実測機器として、Force Sensitive Application/VERG 社製の体圧分布測定装置：S11 エキ



縦軸：心理評価（評定平均値） 横軸：経時変化（30分）

図1 長時間心理評価の変動

スパート（センサマットの仕様：測定範囲サイズ510mm×960mm，センサ総数1024個）を使用した。被験者は、3-1 長時間心理評価実験の男女計5名（男3名・女2名）とした。体圧分布測定は、衣類による測定結果のばらつきをなくすため、全員ジャージズボンで統一した。測定方法は、3-1で実施した心理評価実験と同じ条件で、5種類のクッション材についてそれぞれ30分間の計測を行った。被験者と試験体の間にセンサマットを設置し、体圧分布測定の測定域を20mmHg毎の帯域に設定し、それぞれの試験体の全体面積・最大圧力・平均圧力および各帯域面積を10分ごとに測定した。

3-4 測定結果と考察

クッション材の違いと、体圧分布の個人別測定結果を図2に示す。被験者Aの結果からH145に160mmHgを超える圧力帯の面積が多く確認され、体重は主に座骨結節点で支えていると言える。その他のクッション材は圧力の分散がみられ、接触面全体で体重を支えていると言える。さらに20mmHg毎の接触面積の変化と合計圧力の変化の結果を図3に示す（図は被験者A）。いずれのクッション材も合計圧力の増加が確認された。

次に試験体別の体圧分布測定の経時変化の分析として「合計圧力、合計面積」と、著者ら（2013）が先行研究で示した「心理評価と体圧分布を用いたクッション材の座り心地評価に関する指標化」の結果を踏まえ「80mmHgまでの面積」の体圧分布測定の経時変化の30分間の変動を図4に示す。

「合計圧力の差」の変動は、いずれ試験体も10分毎に増加がみられた。30分後の増加が最も大きかったのは、S145の2,613mmHgで続いて、H145の2,372mmHgであった。M127, M145, M163の増加幅は1,977～2,068mmHgとなり僅差であった。このことから長時間椅子に座ることは圧力の増加を招き、体への負担が示唆される。「合計面積の差」の変動は、着座時から10分まではいずれの試験体でも面積の増加がみられたが、その後の変動には大きな差が表れた。特にH145とS145に個人差のばらつきが生じた。M127とM145は個人差のばらつきは少なかった。いずれも長時間椅子に座ることは接触面積の増加を招き、蒸れ等にも影響を及ぼすことが示唆される。

「80mmHgまでの面積の差」の変動は、H145, M127, M163, S145において面積が減る結果となった。長時間座ることで接触する合計面積が増加しても、80mmHgまでの低い圧力帯の面積が減少していることは、80mmHg以上の高い圧力帯の面積に移行したと考えられる。先行して行った短時間予測では80mmHgまでの面積が座り心地に影響する寄与率が高かったが、長時間測定ではこの予測が外れる結果となった。

4. 長時間心理変化と長時間体圧変化の考察

「心理評価の30分間の差の変動」と「体圧分布の30分間の差の変動」の相関関係を求め相関係数を表4に示す。この結果、「合計圧力」と心理評価の関係は「③底つき感」の間に $r=0.79$ の相関が高く、①、②、④、⑤、⑥の評価項目は、 $r=0.44$ 以下となり相関が低い結果となった。次に「合計面積」と心理評価の関係は「③底つき感」の間に $r=0.81$ の相関が高く、①、②、④、⑤、⑥の評価項目は、 $r=0.45$ 以下となり相関が低い結果となった。また、「80mmHgまでの接触面積」と各評価項目との関係は、全ての項目で $r=0.45$ 以

被験者A

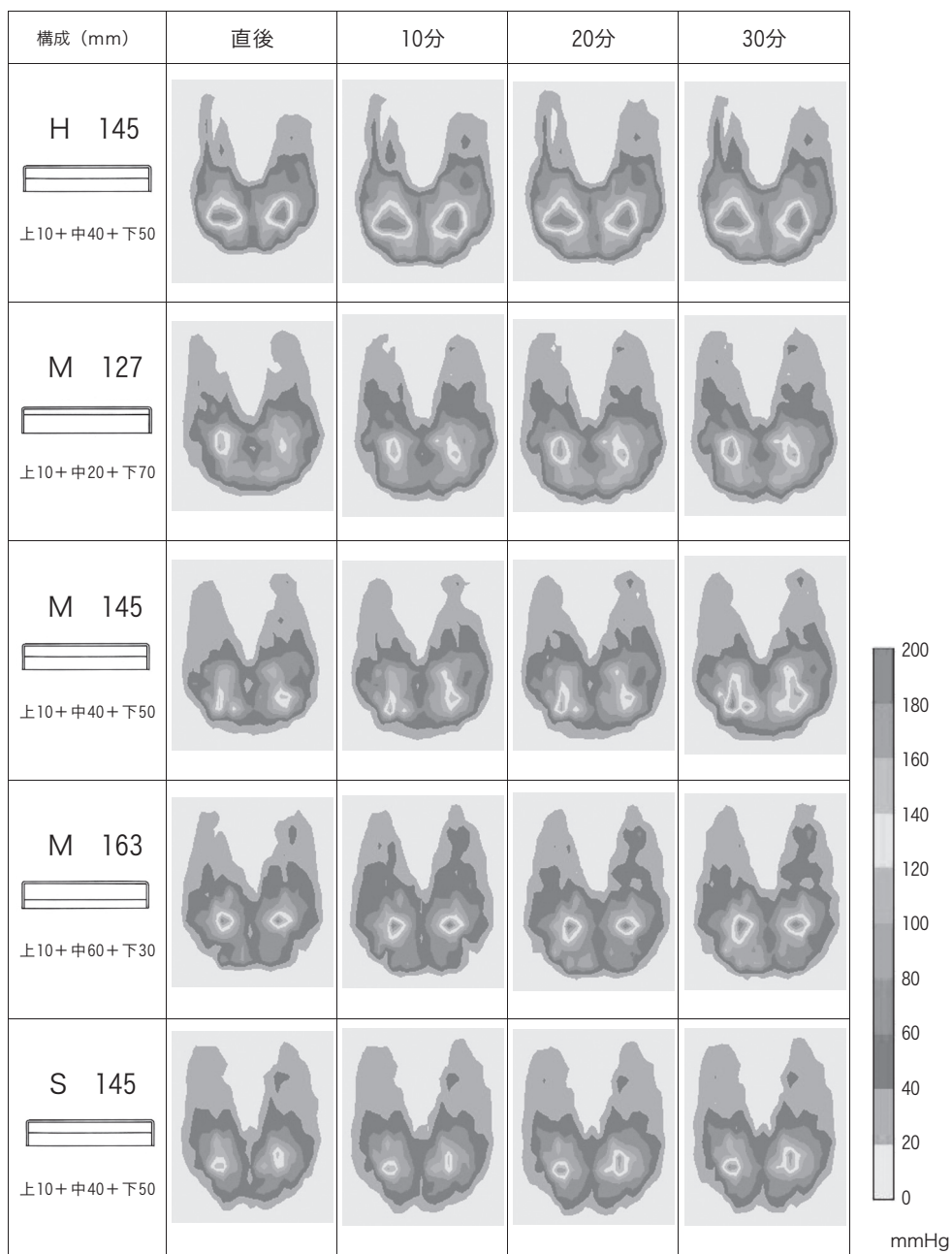
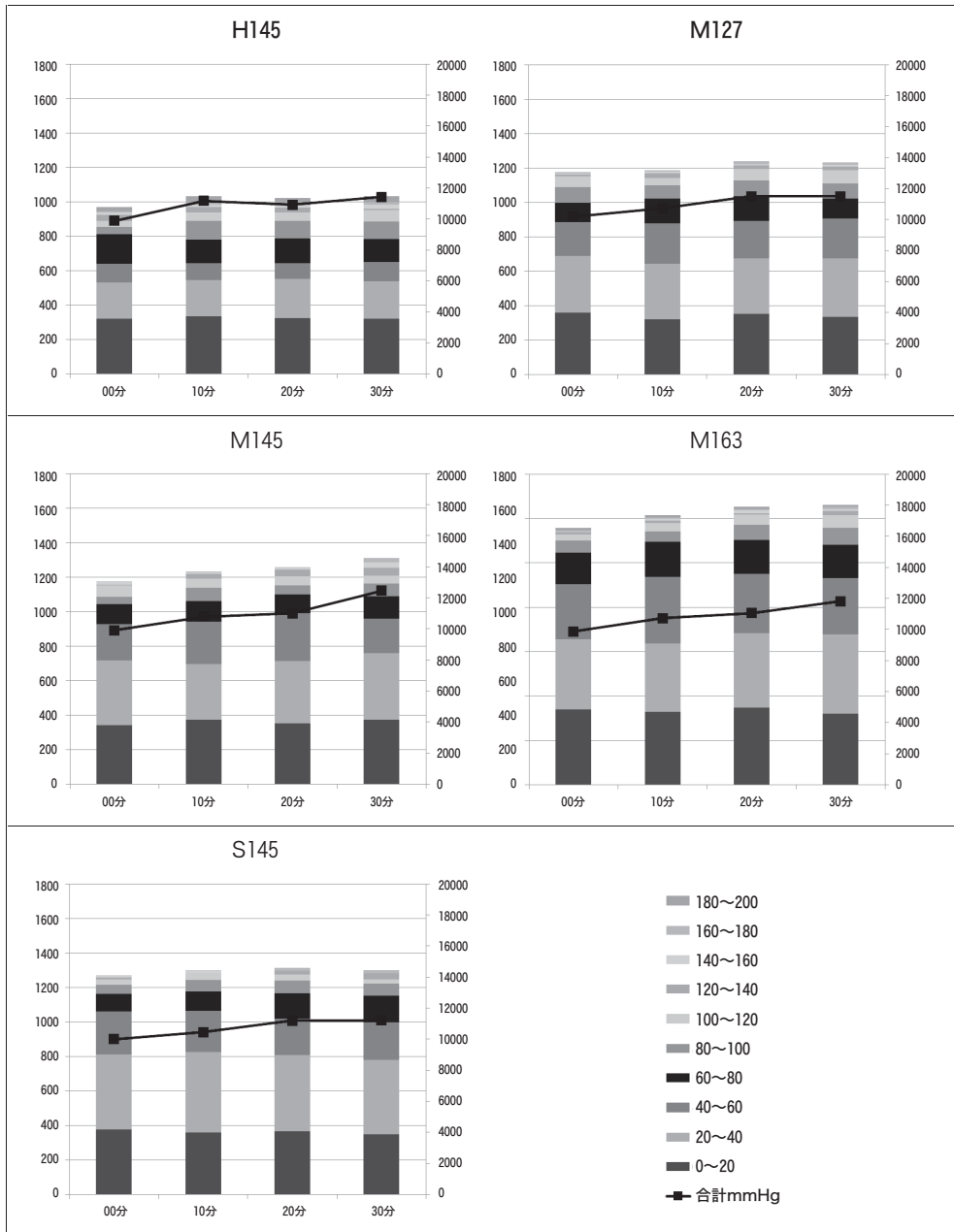


図2 被験者Aの測定結果

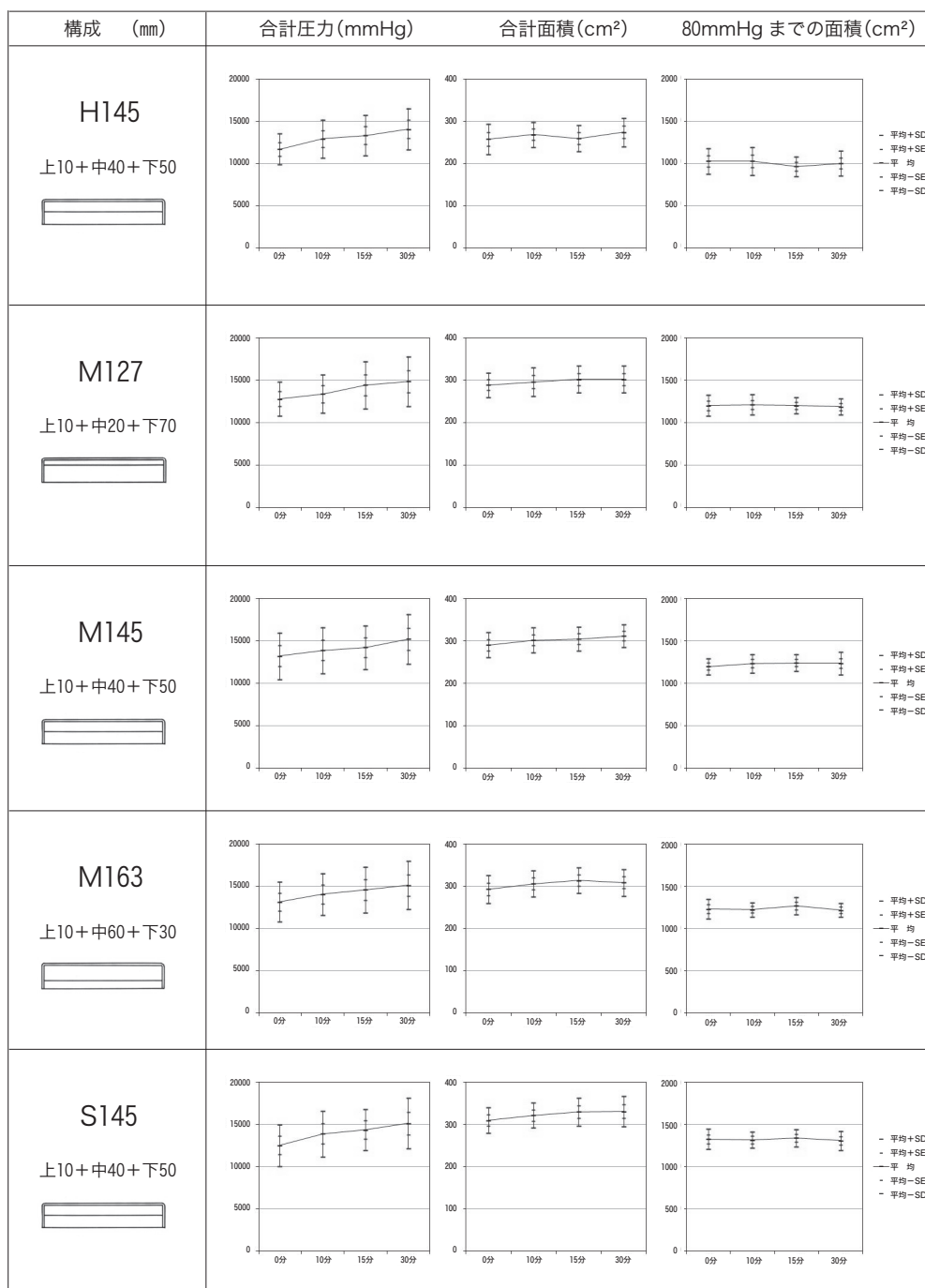
複層クッション材の座り心地長時間予測に関する研究

被験者 A



左軸：20mmHg 毎の接触面積 (cm²) 右軸：合計圧力 (mmHg)

図3 被験者Aの測定結果



縦軸：mmHg または cm² 横軸：経時変化 (30分)

図4 長時間体圧分布測定の際時変化

下で相関が低かった。

表4 長時間心理変化（評定平均）と長時間体圧変化の相関関係

相関係数 (r)	合計圧力	合計面積	80mmHgまでの面積
① 柔らかさ	0.44	0.53	0.01
② 安定性	0.31	0.07	0.45
③ 底つき感	0.79	0.81	0.09
④ 弾力性	0.42	0.35	0.02
⑤ 心地良さ	0.44	0.46	0.01
⑥ 総合的評価	0.24	0.03	0.27

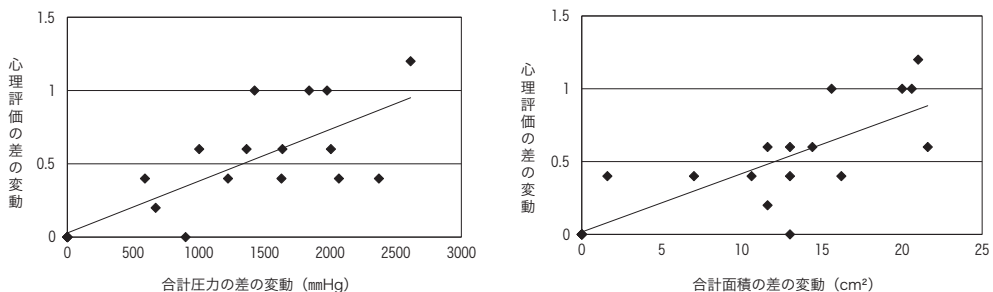


図5 長時間心理変化「③底つき感」と長時間体圧変化の関係

4-1 指標化の試み

今回実験を行った6項目のうち、相関係数が $r=0.79$ 以上で有意性の高い「評価項目の差の変動」を目的変数とし、「合計圧力の差の変動」と「合計面積の差の変動」を説明変数とし、下に心理評価を推定する回帰式を導出した。

$$Y_1 = 0.0004x_1 + 0.028$$

$$Y_1: \text{③底つき感}$$

$$Y_1 = 0.040x_2 + 0.017$$

$$x_1: \text{合計圧力の差の変動 (mmHg)}$$

$$x_2: \text{合計面積の差の変動 (cm}^2\text{)}$$

4-2 実験結果と考察

先行して行った「心理評価と体圧分布を用いた指標化」の、短時間測定との関連から「80mmHgまでの接触面積」と各評価項目との関係が深いと仮説を立てた。しかし、全ての評価項目で $r=0.45$ 以下で相関が低かった。長時間座ることで、体圧分布が80mmHgより高い帯域に移動していることが要因と考えられる。また、「③底つき感」の説明変数が、合計圧力と合計面積で説明できることから、座位姿勢の安定は座骨結節点の支持だけでなく、接触面全体で支えていることになり、先行して行った「短時間測定」の実験結果とも一致していることが明らかとなった。一方、心理評価のばらつきが大きかったことは、長時間測定では被験者の疲労度も含まれることから、受側の筋活動度の寄与率が高いことが推測できる。

5. ま と め

本研究では、ウレタンフォーム複層クッション材の材料の硬さと複層材の厚さの組み合わせを変えた場合の、長時間の座り心地評価の変動に関する指標化を試みた。試験体としてウレタンフォーム複層クッション材として、5種類の物理的特性の異なるクッション材を対象とした。長時間心理評価のうち「③底つき感」と、長時間体圧分布との間に相関関係があることが明らかとなった。「合計圧力の差の変動」と「合計面積の差の変動」から、座り心地の予測のための回帰式を導出した。

文 献

- 小原二郎・内田祥哉・宇野英隆 (1987) : 建築・室内・人間工学, 鹿島出版社, 154-160
島崎信・野呂影勇・織田憲嗣 (2002) : 近代椅子学事始(株), ワールドフォトプレス, 168-187
太田明彦ら (2007) : 低座面モデュー型車椅子導入が体圧分布と座位姿勢に与える影響, 日本建築学会中国支部研究報告集(30), 557-560
古澤慶一・堀越哲美ら (2008) : 心理評価と体圧分布を用いた椅子の座り心地評価に関する指標化の試み, 第32回人間-生活環境系シンポジウム報告集, 101-104
藤巻吾朗 (2009) : 人間・生活者視点による人にやさしい製品開発 (第7報) 生体組織の物理特性とクッションの好み傾向, 岐阜県生活技術研究所研究報告(2), 32-36
藤巻吾朗 (2010) : ソファクッションの硬さが人体に与える影響, 岐阜県生活技術研究所研究報告(3), 1-8
滝本成人・堀越哲美ら (2013) : 心理評価と体圧分布を用いたクッション材の座り心地評価に関する指標化の試み, 人間と生活環境, 20(2), 129-136
滝本成人・堀越哲美 (2015) : ウレタンフォーム複層クッション材の経時変化に関する研究(1), 椋山女学園大学研究論集 第46号, 53-59
滝本成人・堀越哲美 (2016) : ウレタンフォーム複層クッション材の経時変化に関する研究(2), 椋山女学園大学研究論集 第47号, 59-65