

風速が人体におよぼす影響 —着装形態による皮膚温の比較—

中 里 喜 子

(東京家政大学家政学部)

昭和 61 年 9 月 30 日受理

The Influence of Air Velocity upon the Human Body —The Comparison of the Skin Temperature Based on the Different Clothesforms Wear—

Yoshiko NAKAZATO

Faculty of Home Economics, Tokyo Kasei University, Itabashi-ku, Tokyo 173

The comfortable clothesform in very low wind is no longer effective under the increasing velocity of the wind. The author compared the influence of air velocity upon the human body in denim skirts wear with that in pants wear, setting the velocity of the wind for 0.2, for 0.5, for 1.0, and for 2.0 m/sec under 18°C air temperature and 50% relative humidity.

The subjects are four healthy women who are 21 years old. The instruments measured for the wind were an "Anemotherm Airmeter," a copper-constantan thermocouple for the skin temperature, and a minima sharp thermo-hygrometer for the temperature and relative humidity within clothing.

The results are as follows: in the case of the desk-work, the mean skin temperature was lower in pants wear than in skirts wear. This difference between the skin temperature in pants wear and that in skirts wear was notable under more than 1.0 m/sec velocity of the wind. In skirts wear, the mean skin temperature decreased abruptly under the 2.0 m/sec velocity of the wind. The differences among individuals were notably observed on the femora both in skirts wear and in pants wear under the 1.0 m/sec velocity of the wind.

(Received September 30, 1986)

Keywords: air velocity 風速, human body 人体, air temperature 外気温, relative humidity 相对湿度, mean skin temperature 平均皮膚温, differences among individuals 個人差.

1. 緒 言

人体が、無風時にエネルギー交換を均衡に保つ被服の着装形態であっても、外気に暴露され、風速が増加するにつれて、人体におよぼす影響が変化してくる^{1)~3)}。今回は、オフィスなどにおける実用を考慮して、安静時と R. M. R. 1 の椅坐作業時に⁴⁾⁵⁾、下着と上半身は同じ着装を、下半身はデニム地のスカートとズボン形態に変化させた着装として、平均風速 0.2 m/sec 以下、0.5, 1.0, 2.0 m/sec の 4 段階にして、皮膚温・被服内温湿度を計測し、主観評価²⁾⁶⁾⁷⁾とも関連させて検討した。

2. 実験方法

1) 実施時期

本実験を実施した時期⁸⁾は 3 月中旬である。

2) 被 験 者

被験者には、健康な女性 4 名をえらび、合宿をしてカロリーの摂取を同じくし、体温の日内変動も考慮して、実験時間は一定に、9時から11時50分までと、13時から15時50分までとし、2名ずつが1組となって1日2回の実験を交互に行い、また被験者の心理的な影響や身体への順応性の影響を少なくするため、実験条件は知らせ

表 1. 被 験 者 の 属 性

	年 齢	身 長 (cm)	胸 囲 (cm)	体 重 (kg)	比体重	ローレル 指 数	ベルベック 指 数	体表面積 (m ²)	基礎代謝量 (kcal/(m ² ・hr))
A	21	165	84	57	34.5	1.26	0.85	1.579	48.94
B	21	156	78	41	26.2	1.07	0.76	1.314	45.49
C	21	164	79	47	28.6	1.06	0.76	1.444	47.25
D	21	153	80	45	29.4	1.25	0.81	1.355	45.82

表 2. 実験に用いた被服の諸元

着 用 被 服	組 成 (%)	厚 さ (mm)	密度 (/cm)		通 気 性 (ml/(cm ² ・sec))	被服重量 (g)
			縦	横		
ワイシャツ (長袖)	{ 綿 65 ポリエステル 35 }	0.24	29.3本	54.7本	24.35	161.8
セーター	{ 毛 90 ナイロン 10 }	0.91	4.9目	3.5目	161.80	181.5
スカート ズボン }	綿 100	0.93	20.0本	14.0本	1.64	531.6 677.0
シャツ (U首・7分袖)	{ 綿 70 ナイロン 30 }	0.68	20.0目	14.0目	196.40	99.5
パンティ	綿 100	0.64	19.0目	12.2目	222.50	32.0
ガードル	{ ナイロン その他 ポリウレタン }	0.78	18.7本	18.3本	151.45	62.0
パンティストッキング	ナイロン 100	{ 0.19: のばす 0.30: そのまま }	20.7目 24.7目	9.7目 21.6目	約 550.00	15.0
上履き用靴	綿 ゴム底	100	1.10	21.0本 13.0本	1.24	250.0

ないように、風速設定の順序も無作為にして実験を行った⁶⁾⁹⁾。被験者の属性については表1に示した。

3) 環境条件

人工気候室の環境気温を 18℃、相対湿度を 50% に設定^{6)10)~12)} し、平均風速を 0.2 m/sec 以下、0.5±0.1, 1.0±0.3, 2.0±0.4 m/sec の4段階とした。

4) 実験に用いた被服の諸元³⁾⁹⁾¹³⁾¹⁴⁾

被服の諸元は表2に示した。被験者は図1-aのとおり、各自の身体にフィットする寸法の被服を着用した。スカート着装は約 1.1 Clo, ズボン着装は約 1.2 Clo である¹⁵⁾。

5) 送風装置

送風については、実験設備の関係で層流を与えることができなかったため、直径 45 cm の市販扇風機を設置して、各実験開始前に足背部と膝部位で、所定の平均気流が得られるようにした。風速 0.2 m/sec 以下については、壁面に傾斜させた木製の板を置き、その板に風を与え反射させた (図 1-d)。ファンの回転速度は、スライダッ

クにより調整した。熱線風速計 (日吉製作所製) を用いて 10 分ごとに気流の検出を行った。被験者は木製の背もたれのない丸椅子を用い、木製の机に向かい合って椅坐し、被験者の両側から風を送った (図 1-c)。

6) 測定項目と測定機器^{3)6)7)9)13)14)16)~18)}

i) 皮膚温の測定について

胸 (左乳房部下点)・背 (左肩胛線肩胛棘直下点)・腰 (左肩胛線上にて腸骨前上棘の高さの点)・前腕 (左前腕内面中央線上にて前膊下 1/3 の点)・大腿 (左大腿前面中央線上にてソケイ線と膝蓋上端との間の下 1/3 の点)・足背 (左足背中央線の中心点) 以上 6 点を測定した。測定機器は、銅-コンスタンタン熱電対を使用した⁶⁾⁹⁾。

ii) 被服内温湿度の測定について

胸 (左乳房部下点) の位置において、メリヤスのシャツを着装した上にセンサーを置き、その上にワイシャツとセーターを着装し測定した。測定機器は、ミニマ鋭感温湿度計 (昭和理化学製) を使用した。

表 3. 被服内温度と皮膚温の変動

測定部位	風速 (m/秒)	スカー ト 着 装 時 (℃)												ズ ボ ン 着 装 時 (℃)													
		前 室						後 室						前 室						後 室							
		暴 露						室						暴 露						室							
		W ₁						W ₂						W ₂						W ₃							
		30	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	30	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	30(分)	
胸 部	0.2 \bar{x}	33.2	32.9	31.8	32.1	32.2	31.9	32.3	32.3	32.1	31.9	31.8	32.0	32.6	32.3	32.1	31.6	31.5	31.7	31.9	31.9	32.2	32.1	32.0	32.0	31.6	32.8
被 服	S	0.31	0.85	0.80	0.49	0.23	0.57	0.19	0.31	0.55	0.52	0.47	0.27	0.45	0.83	0.71	0.61	0.54	0.54	0.70	0.61	0.57	0.65	0.62	0.32	0.30	0.25
内 温	0.5 \bar{x}	32.7	32.5	31.9	31.7	32.0	31.9	32.0	31.9	32.1	31.8	31.9	31.9	33.5	32.0	31.9	31.8	31.9	32.0	32.3	32.2	32.5	32.2	32.4	32.4	32.1	32.8
度	S	0.59	0.63	0.55	1.06	1.00	0.64	1.04	0.93	0.66	0.83	0.75	1.06	0.91	1.06	0.99	0.86	0.65	0.35	0.61	0.37	0.43	0.52	0.41	0.49	0.68	0.43
	1.0 \bar{x}	32.8	32.8	32.2	31.7	31.9	32.0	32.2	32.3	32.0	31.8	32.0	31.6	32.8	33.8	33.4	32.5	32.4	32.4	32.3	32.1	31.8	31.8	31.7	31.6	32.2	33.5
	S	0.21	0.18	0.35	0.57	0.46	0.66	0.51	0.56	0.57	0.37	0.48	0.49	0.56	1.09	0.90	0.39	0.56	0.45	0.54	0.51	0.73	0.41	0.54	0.62	0.52	0.29
	2.0 \bar{x}	32.5	32.4	31.8	31.3	31.5	31.6	31.5	31.6	32.0	31.4	31.3	31.5	32.5	33.0	32.7	31.9	31.8	32.0	32.0	31.6	31.7	31.7	31.7	31.8	31.8	33.2
	S	0.53	0.62	0.83	0.83	0.69	0.74	0.71	0.76	0.74	0.63	0.72	0.50	0.71	0.38	0.72	0.79	0.65	0.80	0.79	0.93	0.91	0.64	0.79	0.75	1.13	0.77
平 均	0.2 \bar{x}	35.3	35.2	35.0	34.9	34.9	34.8	34.8	34.8	34.6	34.6	34.5	34.5	34.8	33.6	33.4	33.2	33.1	33.1	32.9	32.9	32.9	32.9	32.8	32.7	32.8	33.7
皮 膚	S	0.39	0.42	0.44	0.50	0.54	0.35	0.40	0.32	0.38	0.54	0.57	0.58	0.57	0.87	0.85	0.85	0.79	0.82	0.71	0.72	0.77	0.75	0.72	0.66	0.67	0.74
	0.5 \bar{x}	34.6	34.8	34.6	34.7	34.7	34.5	34.5	34.5	34.3	34.4	34.4	34.3	34.3	33.9	33.7	33.5	33.6	33.5	33.3	33.2	33.5	33.0	33.1	33.2	33.1	33.9
	S	0.24	0.46	0.50	0.54	0.54	0.58	0.58	0.59	0.64	0.58	0.63	0.62	0.54	0.80	0.72	0.59	0.62	0.58	0.51	0.61	0.67	0.56	0.55	0.71	0.66	0.62
	1.0 \bar{x}	34.9	34.8	34.5	34.4	34.4	34.2	34.2	34.1	34.2	33.9	33.9	33.9	34.3	34.7	34.0	33.7	33.4	33.3	33.3	33.0	32.8	32.9	32.7	32.7	32.7	34.0
	S	0.58	0.50	0.60	0.70	0.83	0.79	0.82	0.99	1.11	0.91	0.94	0.83	0.64	0.55	0.48	0.72	0.95	1.00	0.77	0.66	0.60	0.54	0.73	0.72	0.55	0.41
	2.0 \bar{x}	34.9	34.8	34.4	34.2	34.1	34.2	33.9	34.0	33.9	33.8	33.6	33.6	34.4	34.8	34.4	33.5	33.1	33.0	32.9	32.5	32.5	32.4	32.2	32.2	32.0	33.5
	S	0.51	0.52	0.52	0.64	0.71	0.64	0.59	0.59	0.87	1.01	1.01	0.98	0.47	0.68	0.70	0.68	0.71	0.78	0.79	0.88	0.99	0.86	0.94	0.91	0.93	0.74
大 腿	0.2 \bar{x}	34.2	34.0	33.7	33.7	33.6	33.4	33.4	33.3	33.2	33.1	33.1	32.9	33.9	31.6	31.1	30.5	30.0	29.9	29.8	29.4	29.4	29.1	29.0	29.2	31.4	
部	S	0.52	0.59	0.76	0.73	0.71	0.57	0.64	0.61	0.64	0.87	0.95	0.94	1.02	1.12	0.98	0.93	0.68	0.70	0.76	0.73	0.75	0.80	0.65	0.66	0.84	0.91
部	0.5 \bar{x}	33.6	33.3	33.1	33.0	33.0	33.0	32.8	32.9	32.7	32.7	32.7	32.7	33.9	32.1	31.7	31.0	30.7	30.4	30.2	29.9	29.7	29.5	29.3	29.3	29.5	31.9
皮	S	0.83	0.65	0.85	0.96	0.98	0.92	0.95	0.98	1.00	1.00	1.00	0.99	1.27	1.33	1.36	1.17	1.18	1.25	0.97	1.08	1.07	0.80	0.73	1.08	1.43	1.18
膚	1.0 \bar{x}	33.9	33.7	33.2	32.8	32.5	32.3	32.2	31.9	32.1	31.9	31.8	31.9	33.5	32.8	32.5	30.8	30.0	29.3	29.3	28.5	28.2	28.5	28.3	28.1	28.5	31.3
温	S	1.12	1.05	1.12	1.43	1.78	1.65	1.82	2.01	2.09	2.18	2.15	1.98	0.90	1.27	1.01	1.99	2.74	2.86	2.18	2.23	2.16	2.19	2.34	2.45	1.71	1.46
	2.0 \bar{x}	33.8	33.6	32.6	32.2	31.7	32.2	31.7	31.6	31.1	30.7	30.3	30.5	32.9	32.7	31.7	29.5	28.3	27.9	28.2	27.4	27.2	27.3	26.9	26.9	26.9	30.5
	S	1.19	1.19	1.32	1.49	1.77	1.56	1.53	1.53	1.22	1.29	1.30	1.29	1.08	1.59	1.75	1.27	1.36	1.46	1.55	1.49	1.52	1.41	1.27	1.21	1.41	1.58

0.2	\bar{x}	26.8	26.3	25.9	24.9	24.0	23.6	23.0	22.5	22.2	21.7	21.2	21.4	21.3	25.6	25.3	24.7	24.0	23.3	23.2	22.6	22.1	22.0	21.5	21.0	21.4	21.2
	S	1.50	1.59	1.46	1.36	1.32	1.41	1.30	1.24	1.21	1.22	1.16	0.89	0.62	1.65	1.40	1.26	1.13	1.05	0.78	0.77	0.71	0.64	0.60	0.66	0.56	0.54
0.5	\bar{x}	25.7	25.5	24.5	23.6	22.9	22.7	22.1	21.4	21.4	20.9	20.5	20.4	20.7	26.5	25.8	24.8	24.1	23.2	22.8	22.1	21.7	21.5	21.1	20.7	20.7	20.8
	S	1.84	2.22	2.39	2.43	2.29	2.04	1.92	1.86	1.65	1.54	1.50	1.54	0.96	1.51	1.52	1.56	1.52	1.40	1.35	1.46	1.36	1.35	1.33	1.23	1.26	0.95
1.0	\bar{x}	26.9	26.0	25.2	24.1	23.1	22.9	22.3	21.6	21.5	21.2	20.6	20.5	20.9	26.5	26.3	25.1	23.8	23.8	22.5	21.7	21.1	20.9	20.4	20.1	20.4	20.7
	S	1.12	1.13	0.98	0.94	1.03	0.82	1.10	1.18	1.08	1.14	1.10	1.17	0.85	1.10	1.18	0.91	0.90	0.87	0.94	0.90	0.70	0.50	0.50	0.50	0.86	0.85
2.0	\bar{x}	25.8	24.6	22.8	21.9	21.2	20.9	20.3	19.8	19.7	19.4	19.0	19.1	20.0	27.4	26.5	24.6	23.1	22.2	21.5	20.9	20.4	20.2	19.6	19.3	19.3	20.2
	S	2.03	2.38	1.12	0.97	0.78	0.79	0.70	0.57	0.56	0.56	0.48	0.58	0.66	2.67	2.52	1.79	1.23	0.93	0.74	0.59	0.48	0.52	0.38	0.31	0.39	0.47

0.2	\bar{x}	36.2	36.1	36.0	36.0	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.0	36.2	35.1	35.0	35.1	35.1	35.2	35.2	35.3	35.4	35.4	35.4	35.5	35.4	35.7
	S	0.71	0.73	0.48	0.59	0.53	0.31	0.41	0.37	0.27	0.39	0.39	0.43	0.44	0.94	0.98	0.98	0.94	0.98	0.92	0.88	0.81	0.91	0.88	0.76	0.82	0.67
0.5	\bar{x}	35.9	35.9	35.8	35.9	36.1	35.9	36.0	36.1	35.9	36.1	36.1	36.0	36.2	35.0	35.1	35.4	35.3	35.3	35.3	35.5	35.7	35.5	35.7	35.8	35.6	35.8
	S	0.26	0.34	0.33	0.26	0.11	0.19	0.16	0.19	0.24	0.21	0.39	0.37	0.46	0.64	0.47	0.38	0.36	0.22	0.29	0.28	0.24	0.26	0.33	0.39	0.19	0.01
1.0	\bar{x}	35.9	35.8	35.6	35.5	35.7	35.6	35.6	35.7	35.6	35.6	35.7	35.7	35.6	36.1	36.2	36.0	36.0	35.9	35.7	35.7	35.7	35.7	35.8	35.6	35.5	36.1
	S	0.27	0.23	0.42	0.52	0.60	0.64	0.76	0.85	0.88	0.86	0.88	0.64	0.82	0.57	0.68	0.53	0.08	0.09	0.21	0.32	0.43	0.45	0.65	0.53	0.49	0.17
2.0	\bar{x}	36.1	36.1	35.9	35.9	36.0	35.9	36.0	35.9	35.9	35.9	35.9	35.8	36.1	36.4	36.3	36.0	35.9	36.0	35.8	35.7	35.8	35.6	35.6	35.5	36.1	
	S	0.15	0.11	0.14	0.15	0.19	0.17	0.24	0.16	0.13	0.23	0.24	2.24	0.25	0.11	0.23	0.45	0.55	0.63	0.75	0.88	0.90	0.87	0.91	0.91	0.88	0.43

0.2	\bar{x}	34.4	34.3	34.0	34.1	33.9	33.5	33.4	33.1	32.9	32.8	32.5	32.5	32.4	33.3	33.1	32.9	32.8	32.6	32.5	32.5	32.1	32.2	32.0	31.9	32.3	32.1
	S	0.27	0.18	0.18	0.54	0.58	0.39	0.42	0.25	0.22	0.29	0.46	0.44	0.44	0.26	0.25	0.40	0.55	0.54	0.48	0.50	0.76	0.55	0.57	0.64	0.62	0.74
0.5	\bar{x}	34.1	34.1	33.7	33.6	33.5	33.2	33.0	32.8	32.6	32.5	32.3	32.2	31.5	33.8	33.7	33.7	33.9	33.8	33.4	33.3	33.0	32.8	32.9	32.6	32.2	
	S	0.76	0.78	0.60	0.69	0.90	0.85	1.16	1.25	1.11	1.10	1.20	1.19	1.07	1.14	1.08	1.03	1.05	1.05	1.04	1.36	1.77	1.31	1.44	1.42	1.18	1.35
1.0	\bar{x}	34.0	33.8	33.4	33.9	34.1	33.8	33.7	33.5	32.8	32.9	32.9	32.4	31.6	34.3	34.1	34.4	34.2	33.6	33.5	33.0	32.9	32.5	32.6	32.6	31.7	
	S	0.24	0.28	0.62	0.68	0.51	0.29	0.72	0.69	0.52	0.56	0.50	0.66	0.61	0.15	0.14	0.19	0.66	0.65	0.30	0.37	0.54	0.33	0.81	0.64	0.49	0.68
2.0	\bar{x}	33.6	33.4	33.1	33.1	32.8	32.5	32.3	32.1	31.9	31.8	31.4	31.4	31.6	34.1	34.1	33.7	33.8	33.8	33.2	33.0	32.8	32.7	32.5	32.0	31.6	
	S	0.59	0.63	0.23	0.44	0.43	0.51	0.52	0.50	0.71	0.66	0.76	0.66	0.74	0.58	0.20	0.23	0.21	0.37	0.36	0.46	0.51	0.41	0.41	0.56	0.80	0.57

風速は暴露室のみに設定した。前室（安静室）・暴露室・後室（回復室）の環境温度は 18°C、相対湿度は 50% である。 \bar{x} : 被験者 4 名の平均値; S : 標準偏差値。W₁・W₂・W₃ は R・M・R・I の作業時である。

iii) 被服表面温度の測定について

膝(左膝蓋下の点)・足背(左足背中央線中心点)・足先(左拇指末節背部の点)以上3点を測定した。測定機器には、サーモグラフィインフライ 550(富士通社製)を使用し、測定値は参考値とした。

iv) 主観評価

各言語対問を7段階に分け、4を中性点として、各尺度上への評定を求める尺度評定法⁶⁾⁷⁾(SD法)を実施した。温冷感11項目、乾湿感8項目、疲労感7項目、快適感14項目、着装感8項目、その他1項目、合計49項目について○印により記録をとり、心理的反応、生理的反応をみた。

7) 実験の時間帯

1回の実験に170分を要するが、体温の日内変動⁸⁾を考慮して、9時から11時50分までと、13時から15時50分までとし、2名ずつ1組となって、午前と午後の組が交互に行えるように組み合わせていった⁶⁾⁹⁾。1回の実験の中で行われる計測の時間帯は図2に示した。

図2の実験の時間帯で示したように、安静室で30分間安静にしたあと、暴露室に入室する。暴露室内は、設定された条件のもとに有風状態であるが、入室して10分間安静にし、20分間作業をする。これを3回繰り返して行った。この作業はクレペリン用紙による1位加算の椅坐作業(R. M. R. I)である⁴⁾⁵⁾⁹⁾。

皮膚温は、1分おきに自記記録され、被服内温湿度は、5分おきに計測し、被服表面温度は、暴露室入室時と作業終了時、あわせて4回計測した。主観評価は10回、舌下温は11回計測し、100分間暴露室で実験計測したあと、回復室で30分間回復の状態を観察した。体重は、実験の開始時と終了時に計測した。

3. 結果および考察

スカート・ズボン着装時に平均風速0.2, 0.5, 1.0, 2.0 m/secの環境に暴露されたとき(環境温度18°C・相対湿度50%で一定の条件)の胸部被服内温度・平均皮膚温・大腿部皮膚温・足背部皮膚温・胸部皮膚温・前腕部皮膚温・背部皮膚温・腰部皮膚温についての測定値は表3に示した。被服内湿度は3.5~4.0%で差がみられなかったの、表には記載しなかった。

1) スカート着装時における風速別大腿部の経時的皮膚温変動について

図3は、スカート着装後、安静室で30分間安静にして得た大腿部の皮膚温測定値を0点として、暴露室に入室し有風に暴かれて低下していく大腿部皮膚温の相対値

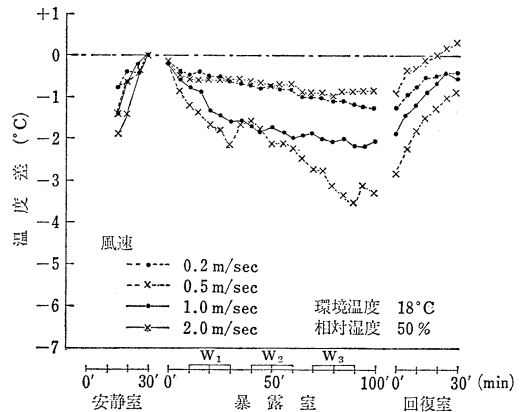


図3. スカート着装時における風速別大腿部の皮膚温低下相対値

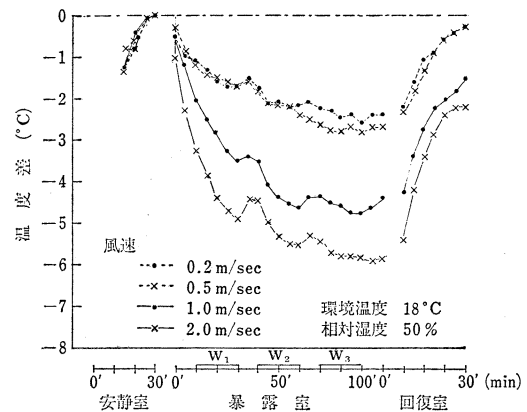


図4. ズボン着装時における風速別大腿部の皮膚温低下相対値

(温度差)を示した。風速1.0 m/secの場合は、暴露室入室後100分経過したとき、その温度差は-2.0°Cとなり、風速2.0 m/secの場合は、暴露室入室後下降し続け、90分経過して3回目の作業が終了したところで、-3.5°Cの相対値となった。暴露室入室90分後の測定値は、最大の低下を示した。回復室での回復は、いずれも同じような傾向にあったので、皮膚温の低下および上昇は、指数関係的に変化するものと推察された。

2) ズボン着装時における風速別大腿部の経時的皮膚温変動について

図4は、ズボンを着装した場合、風速別にみた大腿部の皮膚温低下の相対値を示した。暴露室に入室後30分間経過すると、大腿部の皮膚温は、風速1.0 m/secの場合-3.6°C、風速2.0 m/secの場合-4.9°Cとなり、作業終了後に上昇傾向を示し、次の作業が始まるとまた

風速が人体におよぼす影響

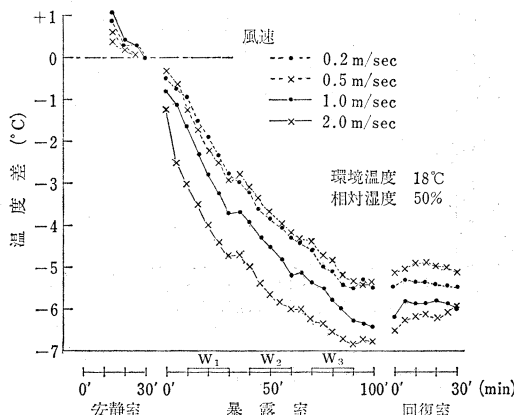


図 5. スカート着装時における風速別足背部の皮膚温低下相対値

下降して波状を示しつつ、3回目の作業終了の90分を経過したときには、風速 1.0 m/sec の場合 -4.7°C 、風速 2.0 m/sec の場合 -5.9°C の相対値となった。大腿部皮膚温の低下率は、スカート着装の場合より、ズボン着装時のほうが大きく、風速 1.0 m/sec 以上でその差がみられた。したがって、回復室における回復にも時間を必要とした。

3) スカート着装時における風速別足背部の経時的皮膚温変動について

図5は、スカートを着装した場合、身体末梢の一部である足背部の皮膚温測定値が風速によって下降する温度差を示した。すなわち、安静室で30分間安静にして得た足背部の皮膚温測定値を0点として、暴露室内と回復室内での時間経過に伴う相対値（温度差）を示したものである。風速の増加によって、下降線がはっきりと区別されるが、風速 1.0 m/sec 以上でその差がみられた。下降の傾斜は、大腿部より足背部の方が大きかった。暴露室入室90分後には、風速 1.0 m/sec の場合 -6.3°C 、風速 2.0 m/sec の場合 -6.8°C の相対値となった。作業との関係はまったくみられなかった。回復室での回復は、ほとんど横ばいであり、大腿部に比較して足背部は、30分経過しても回復傾向を示さず、回復に時間がかかると推察された。

4) ズボン着装時における風速別足背部の経時的皮膚温変動について

図6は、ズボンを着装した場合、風速別にみた足背部の皮膚温低下の相対値を、暴露室内と回復室内での時間経過とともに示した。暴露室入室90分後には、風速 0.2 m/sec の場合 -4.6°C 、風速 0.5 m/sec の場合 -5.8°C 、

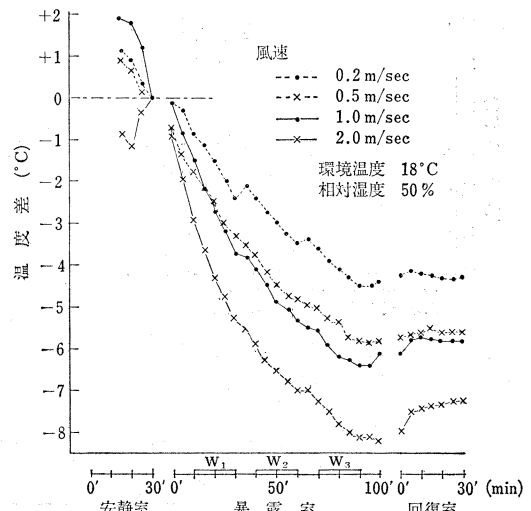


図 6. ズボン着装時における風速別足背部の皮膚温低下相対値

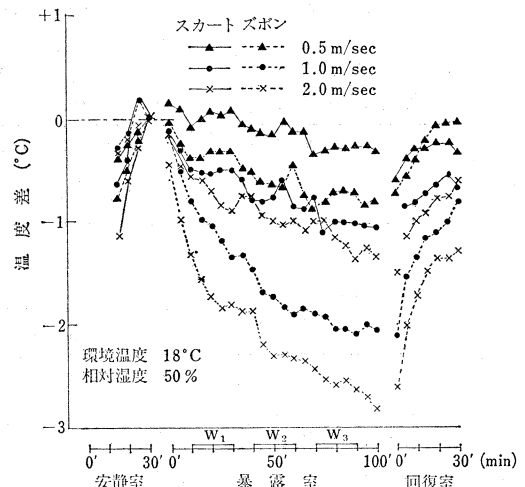


図 7. スカート・ズボン着装時における風速別平均皮膚温の比較

風速 1.0 m/sec の場合 -6.4°C 、風速 2.0 m/sec の場合 -8.2°C の相対値となった。回復室においても水平線に近い状態で、風速による影響の大きさをうかがい得た。

なお今回は、被験者に綿布・ゴム底の上履き用靴を着装させ、同条件にして実験を行ったが、履物の保温性については今後の検討課題としたい。

5) スカート・ズボン着装時における風速別平均皮膚温の比較について

図7は、平均皮膚温を次式胸部皮膚温/2+大腿部皮膚

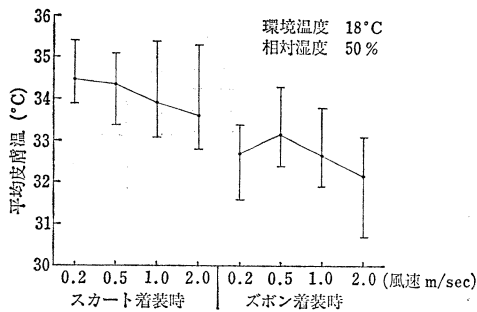


図 8. 暴露室入室 90 分後の着装別・風速別平均皮膚温の絶対値

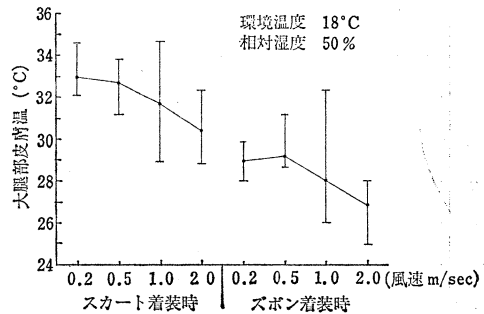


図 9. 暴露室入室 90 分後の着装別・風速別大腿部皮膚温の絶対値

表 4. 分散分析による差の検定 (相対値の場合)

測定箇所	暴露時間 (分)							
	着装形態				風速			
	30	60	90	100	30	60	90	100
胸部の被服内温湿度	—	—	—	—	—	—	—	—
平均皮膚温	*	—	—	—	*	—	—	—
大腿部皮膚温	*	*	**	**	—	—	**	*
足背部皮膚温	—	—	—	—	*	—	—	—

* 5% の危険率で有意, ** 1% の危険率で有意

表 5. 分散分析による差の検定 (絶対値の場合)

測定箇所	暴露時間 (分)							
	着装形態				風速			
	30	60	90	100	30	60	90	100
胸部の被服内温湿度	—	—	—	—	—	—	—	—
平均皮膚温	**	**	**	**	—	—	—	*
大腿部皮膚温	**	**	**	**	*	*	**	**
足背部皮膚温	—	—	—	—	—	*	*	*

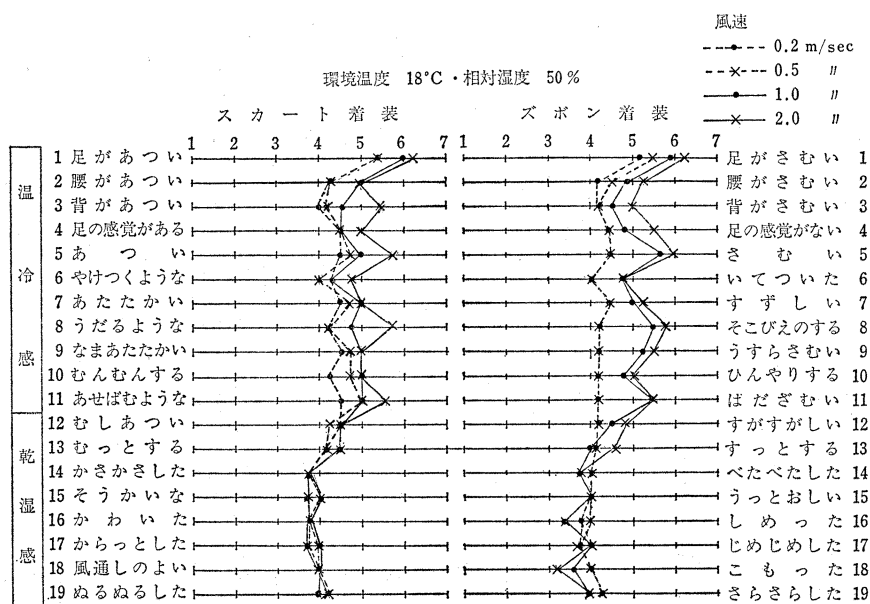
* 5% の危険率で有意, ** 1% の危険率で有意

温/3+前腕部皮膚温/6 による 3 点法²⁾¹⁶⁾ で求めて、風速別にスカート着装とズボン着装とを比較したものである。いずれの風速においても、ズボン着装のほうが、平均皮膚温が低下していく温度差が大きく、とくに風速が 1.0, 2.0 m/sec になると、はっきりとした差を示し、時間の経過にしたがい、その差をひろげていった。回復室における回復は、同じように差をつけたまま戻っていくので、低下の温度差の大きいズボン着装の場合、回復室入室 30 分では回復にほど遠く時間を多く必要とするものと推察された。

6) 暴露室入室 90 分後の着装別・風速別平均皮膚温絶対値について

図 8 は、スカート着装時とズボン着装時に分けて、風速の増加による平均皮膚温の平均値と、最高値および最低値のばらつきを、暴露室入室 90 分後に測定した絶対値をとらえて示した。スカート着装とズボン着装を、風速別に比較すると、いずれの風速の場合も、平均皮膚温の絶対値はズボン着装のほうが低い。個人差となるばらつきも風速の増加につれて大きくなったが、これは風速の増加につれて、風速のばらつきが大きくなったためと考えられる。

環境温度 18°C · 相對濕度 50 %



7) 暴露室入室 90 分後の着装別・風速別大腿部皮膚
温絶対値について

8) 体重減少量について

9) 分散分析による差の検定

た皮膚温の測定値を 0 点として、暴露室で低下していく温度差を相対値としてみた場合、胸部の被服内温湿度には有意差はみられなかったが、大腿部皮膚温において、スカートとズボン着装形態上に有意差がみられ、暴露室入室 90 分経過後は 1 % の危険率で有意差があった。また風速上の影響による差も暴露室入室 90 分後に 1 % の危険率で有意差があった。

表5は、絶対値について前掲相対値と同じように分散分析による差の検定を示した。胸部の被服内温湿度には有意差はみられなかった。平均皮膚温と大腿部皮膚温は、スカートとズボンの着装形態上に1%の危険率で有意差がみられた。風速上の影響による差は、大腿部皮膚温に有意な差がみられ、暴露時間の経過につれて、5%の危険率から1%の危険率の有意差に移行した。足背部皮膚温も60分間の暴露で5%の危険率の有意差がみられ、平均皮膚温も100分間の暴露で5%の危険率の有意差がみられた。

10) 主観評価⁶⁾⁷⁾との関連について

図 10 では、暴露入室 90 分経過時の主観評価の一例を示した。これで代表されるように 10 回行った主観評価を、温冷感・乾湿感・疲労感・快適感・着装感に分類して分析した結果、温冷感に対する影響に差がみられた。風速 0.2 m/sec では、いずれの着装でも中性点に近いが、風速 0.5 m/sec の場合は、スカート着装のほうが冷感への訴えを多く示し、風速 1.0 m/sec 以上になると

ズボン着装のほうが、冷感覚への訴えの移動が大きかった。

4. 要 約

1) 風速による影響は、体幹部より下肢部に大きく現れ、暴露入室 90 分後に 1 % の危険率の有意差があった。

2) スカート着装とズボン着装による皮膚温の比較は、椅坐作業 (R. M. R. 1) を行っている場合、ズボン着装のほうが、スカート着装より、有風時に皮膚温 (平均皮膚温・大腿部皮膚温・足背部皮膚温) の低下が大きく示され、1 % の危険率の有意な差があった。

3) ズボン着装時に、風速の増加との関連をみると、風速 1.0 m/sec 以上の場合に急激に皮膚温の低下がみられた。

4) 被験者間の個人差については、大腿部の皮膚温が、風速 1.0 m/sec の場合に、スカート着装およびズボン着装ともに大であった。また個人差は腰部の皮膚温が風速 2.0 m/sec の場合、ズボンを着装しているときに最大であった。

5) 主観評価は、温冷感について実験の測定値を裏づけるものであった。

6) 椅坐作業を行い、足を動かしていないので、被服内の空気の換気は少なく、スカートの着装は、大腿部の空気の含有量がズボン着装よりも多いこと、ズボン着装のように、身体の曲率の大きい部分を被覆する形態の場合は、身体をとりまく環境の影響を受けやすく、熱の絶縁性の効果が低くなることが実証された。

本研究にあたり、ご指導くださった労働科学研究所三浦豊彦博士、肝付邦憲博士に感謝申し上げます。また実験

者・被験者として協力された芝浦工業大学学生 4 名、東京家政大学学生 4 名にお礼を申し上げます。

なおこの論文の概要は、昭和 59 年度日本家政学会第 36 回大会で発表した。

引 用 文 献

- 1) G. F. Fonseca: *Textile Res. J.*, **45**, 30 (1975)
- 2) L. Fourt, N. R. S. Hollies 著, 松川哲哉, 吉田敬一, 木下陸肥路, 三平和雄, 中島利誠訳: 被服機構学, 光生館, 東京, 8~110 (1972)
- 3) 中橋美智子, 酒井文子: 家政誌, **27**, 121 (1976)
- 4) 沼尻幸吉: 活動のエネルギー代謝, 労働科学研究所, 東京, 27~115 (1982)
- 5) 沼尻幸吉: 働く人のエネルギー消費, 労働科学研究所, 東京, 6~15 (1980)
- 6) 渡辺明彦, 肝付邦憲, 井上枝一郎, 木村菊二, 米元純三, 三浦豊彦, 松浦房次郎, 浅尾豊水: 労働科学, **52**, 635 (1976)
- 7) 中里喜子: 東京家政大紀要, **22**, 163 (1982)
- 8) 山下辰雄: 衣服誌, **10**, 1 (1966)
- 9) 中里喜子: 東京家政大紀要, **22**, 153 (1982)
- 10) 三浦豊彦, 阿久津綾子, 鈴木泰子: 労働科学, **43**, 683 (1967)
- 11) C. E. A. Winslow, L. P. Herrington and A. P. Gagge: *Am. J. Hyg.*, **26**, 103 (1937)
- 12) 牛草貞雄: 日衛誌, **21**, 54 (1966)
- 13) 中橋美智子, 酒井文子: 家政誌, **27**, 196~202 (1976)
- 14) 森瀬 貞, 石橋葉子, 加賀野美子: 家政誌, **24**, 216 (1973)
- 15) 三浦豊彦, 後藤 滋, 花岡利昌編: 住みよい住宅熱環境, 労働科学研究所, 東京, 80~95 (1986)
- 16) 渡辺明彦, 肝付邦憲, 三浦豊彦: 労働科学, **51**, 635 (1975)
- 17) 中里喜子: 東京家政大紀要, **23**, 211 (1983)
- 18) 中里喜子: 東京家政大紀要, **23**, 217 (1983)