

保温的な着衣についての研究 (第2報)

— 人体の局所保温法による皮膚温の変化 —

池田揚子*・天木桂子*・鈴木由美子**

(1994年10月12日受理)

緒言

寒冷環境においては衣服の重ね着の効果は高く評価される。衣服着用の面では下衣より上衣に重きを置いた方が良いと言う報告¹⁾もされている。しかし、ファッションにかたよりがちな着衣の現状²⁾³⁾においては、下着が敬遠され、衛生的な着衣習慣形成上問題である。このことに着目して第1報⁴⁾では下着の保温性について検討し結果を報告した。

保温的な着衣の場合重ね着によるか、別に保温材料を使用するか等、実用性のみではなく、ファッション性をも考慮した着方の検討が必要である。先行研究⁵⁾としては、積極的な保温として電気アンカを用いて、皮膚温への波及効果を検討した報告がある。

本研究では、通常の着衣状態の下で、保温材料に真綿を用いて人体の特殊な部位を保温した場合に、その部位の皮膚温や他部位への影響の有無を知ることを目的とした。

保温部位としては、寒いときに行う人間の行動をも考慮に入れ、寒さに対応して快適な着方をする必要のある時期としては、秋から冬への季節の変わり目が上げられるので、この時期を選んで実験的に検討したので、結果を報告する。

方法

健康な女子学生3名を被検者として、日常の着衣に保温材料の真綿を下着と中着の間に装着し、椅座位の状態1部位毎に保温しながら6部位の皮膚温を測定し、合わせて温冷感の聞き取りや舌下温の測定も実施した。また、衣服の保温力の1評価ともなるクロー値も算出した。

1 測定時期および測定室の環境条件

時期は1991年11月初旬の3日間とした。

測定室は温度調整のない実験室であり、温度、相対湿度の測定はAURORA-90 IIを使用した。結果、温度は 20 ± 2 ℃、相対湿度は 65 ± 5 %であり、カタ寒暖計による気流の測定⁶⁾では気流は3~4 cm/secであった。

2 被検者(3名をA、B、Cとする)については下記の通りである。

	年齢	身長(cm)	体重(kg)	ローレル指数	体表面積(m ²)	基礎代謝量
A	22	156.0	48.0	126	1.41	55.9kg-cal/hr
B	21	155.0	49.0	132	1.42	56.0
C	22	162.0	53.0	125	1.51	57.5

* 岩手大学教育学部

** 盛岡社会福祉専門学校非常勤講師

測定器はサーミスター温度計、226型6点式(宝製)を用いた。

2) 保温材料(真綿)の重量と大きさについて

渡辺, 茂木等⁷⁾の研究を参考に予備実験により確かめ, その結果を基に保温に効果的な密度が 0.038g/cm^3 であることを得て, 保温部位毎の真綿の重量と大きさは下記に示す通りとした。上腕部保温では紐を付けて固定するようにし, 足背部保温では全体が被覆出来る靴型に構成して実験を行った。

保温部位	大きさ (cm)	重量 (kg)
上腕部 (両方)	30×20	20.8 (2枚)
足背部 (両方)	30×15	17.1 (2枚)
大腿部 (一括被覆)	30×30	34.2
背部	30×30	34.2
腹部	30×30	34.2
腰部	30×30	34.2

3) 温冷感について⁸⁾

7段階評価による。0は丁度良い, -は寒いとして, -1~-3と数を増すほどに寒く感ずる事を意味し, +を温かいとして, +1~+3と数を増すほどに暖かさを意味する。

4) 舌下温の測定について

なるべく深部体温に近い値を得ることを考慮して, 外気温の影響が少なく, 測定が容易な場所として舌下温とした。測定器としてはオムロン電子体温計(けんおんくん, MC-3B)実測式ブザー付きを使用した。

結果及び考察

1 皮膚温の測定結果

(1) 保温部位皮膚温の経時変化につて

保温材料を20分間装着し, 保温6部位それぞれの皮膚温の経時変化について, 被検者3名の平均値および標準偏差を表1に示す。

表1 保温部位皮膚温の経時変化

単位: °C

時間 (分)	平均値(X) 標準偏差(sd)	上腕部	背部	腰部	腹部	大腿部	足背部
0	X sd	33.9 0.75	34.6 0.51	33.0 0.86	34.5 0.46	32.0 0.87	27.2 1.47
5	X sd	34.6 0.60	35.2 0.51	33.5 0.71	35.0 0.62	32.7 1.06	28.2 1.68
10	X sd	34.7 0.45	35.3 0.49	33.7 0.72	35.3 0.61	33.0 1.01	28.5 1.92
15	X sd	34.9 0.36	35.4 0.42	33.9 0.72	35.5 0.64	33.2 0.98	28.6 1.91
20	X sd	35.0 0.38	35.6 0.45	34.0 0.68	35.6 0.64	34.0 0.81	28.6 1.97

軀幹部である背部、腰部、腹部と上肢の上腕部は、着衣における快適とされる皮膚温の状態⁹⁾にあり、下肢の大腿部もこれと類似であるが、足背部は末端部であることから27℃と低温であった。

真綿を用いて20分間保温した経過の中で、5分毎の測定結果をみると、軀幹部と上腕部は類似の傾向で5分後の上昇が0.6℃前後と大きく、その後の経過過程では0.1~0.2℃と僅少である。20分間では1.0~1.1℃上昇して、皮膚温は34℃~35.6℃となった。

下肢のうち大腿部の上昇の傾向は異なり、5分経過後から徐々に上昇するが中だるみの様相を呈した。20分間では2℃と他部位より上昇度が増し、皮膚温は34℃となった。

足背部は5分後に1℃上昇し、その後20分までの間の上昇は僅少に留まったが20分間の上昇温度は1.4℃であり、皮膚温は28.6℃となった。

偏差値をみると、背部、腹部、上腕部は腰部よりも低率であり、大腿部や足背部は高率を示した。時間経過による割合の変動がみられ、上腕部、背部、腰部は減少の傾向を示した。腹部と大腿部は5分後まで徐々に増し、以後は減少の傾向であった。足背部は漸増の傾向にあった。部位毎に経過時間毎にその様相は異なっていた。

(2) 保温材料脱着後の皮膚温の経時変化について

保温材料脱着後の保温6部位それぞれの皮膚温の経時変化について、被検者3名の平均値および標準偏差を表2に示す。

表2 保温材料脱着後の皮膚温の経時変化

単位：℃

時間 (分)	平均値(X) 標準偏差(sd)	上腕部	背 部	腰 部	腹 部	大腿部	足背部
5	X sd	34.3 0.31	35.2 0.51	33.6 0.67	35.1 0.46	32.8 1.22	27.5 1.92
10	X sd	34.1 0.44	35.1 0.53	33.4 0.81	35.0 0.47	32.6 1.16	27.2 1.82
15	X sd	34.0 0.40	35.0 0.47	33.4 0.81	35.0 0.53	32.5 1.27	27.0 1.69
20	X sd	34.0 0.40	35.0 0.40	33.4 0.75	35.0 0.53	32.4 1.10	26.7 1.76

保温材料を脱着して、その経時変化をみると背部、腹部、腰部と上腕部の傾向は類似しており、経過20分の内では5分後の温度低下が0.4~0.7℃であり、その後の低下は僅少であった。保温材料脱着20分後においてもこの4部位は、いずれも保温材料装着する以前の皮膚温より低下はしなかった。大腿部では5分後1.2℃の低下であったが、その後20分までの経過において低下は僅少であり、保温材料装着以前の皮膚温より低下しなかった。この5部位とは異なり足背部では5分後に1.1℃低下し、5分経過毎に約0.3℃ずつ低下を辿り20分後には保温材料装着以前よりも皮膚温は低下し26.7℃となった。

偏差値をみると、上腕部、背部、腰部は5分後に若干高くなり以後20分後まで減少しており、腹部は時間経過と共に高率となる。大腿部と足背部の偏差値は、4部位より高率で時間経過毎に増減を繰り返しており、様相が異なっていた。とりわけ足背部の値が大きいことは、軀幹部と末端部について個人差があることを意味していると思われる。

(3) 測定値から求めた平均皮膚温について

人間の着衣に関係して快適感の一つの基準になるのが、平均皮膚温である。測定値を基に保温部位別、経過時間毎に被検者3名の平均値と標準偏差を求め表3に示す。

表3 保温部位別経過時間毎平均皮膚温

経過時間	平均値(X) 標準偏差(sd) 単位(°C)	保温部位					
		上腕部	背部	腰部	腹部	大腿部	足背部
開始 5分前	X sd	32.4 0.41	32.8 0.08	32.6 0.26	32.5 0.70	33.0 0.37	33.0 0.45
開始時	X sd	32.7 0.42	32.8 0.00	32.4 0.25	32.9 0.50	32.9 0.37	33.0 0.49
20分後	X sd	33.0 0.29	33.0 0.08	32.6 0.21	33.1 0.39	33.5 0.45	33.3 0.56
40分後	X sd	32.7 0.34	32.7 0.04	32.4 0.25	33.0 0.39	33.0 0.41	33.0 0.43

注(20分後:保温経過20分後、40分後:脱着経過20分後)

5点法による皮膚表面積の按分比率¹⁰⁾に従って求めた値である。経過時間を4段階分を取り上げた。測定開始5分前は保温材料装着前の温度を捉える意味を持ち、保温材料装着時では皮膚への接触による一時的温度低下を考慮した。保温6部位の平均皮膚温を5分前と装着時それぞれ平均してみると、どちらも32.7°Cと差はなかった。

保温経過20分後では、どの部位の保温の場合も平均皮膚温が高くなり6部位平均で33.1°Cを示しており、保温に効果のあることが推察された。

経過時間40分後(保温20分と保温材料脱着後20分と合わせた経過時間)では平均32.8°Cで保温時よりも0.4°C低下したが、開始時より平均で0.1°Cほど上がっている。

着衣時に快適とされている外気温20°C、平均皮膚温33°Cに対して、今回の実験では外気温20.3°C、平均皮膚温が32.8°Cとなり限り無く近づいていることが分かる。

2 保温材料の装着と脱着が人体に及ぼす影響

(1) 身体の局部保温による他部位への影響について

① 保温開始時と20分後の測定値を基にして

人体の皮膚温の測定部位を6か所とし、1か所を保温した場合に他の5部位は測定のみをし、これを保温による効果とみて検討した。この結果を一括して図3に示す。

保温部位の20分経過後の皮膚温は平均1.3°Cの上昇であるが、測定のみ他部位への波及効果とみられる上昇は最大値で0.4°Cであった。

保温箇所により他への波及効果の傾向は異なり、特徴的なことが2,3みられた。

上昇効果の明かな保温部位は腹部の場合で、この部位の保温は他の全ての部位で皮膚温の上昇がみられた。腹部を温めることは、身体全体を温めることに効果的と思われる。

大腿部保温の場合は、腰部、腹部で皮膚温の上昇がみられた。これは保温部位に近いことによる効果と思われる。

足背部保温では、全ての部位で若干ではあるが皮膚温の上昇がみられた。特に大腿部と腰部では最大値の上昇温度に近い状況であった。

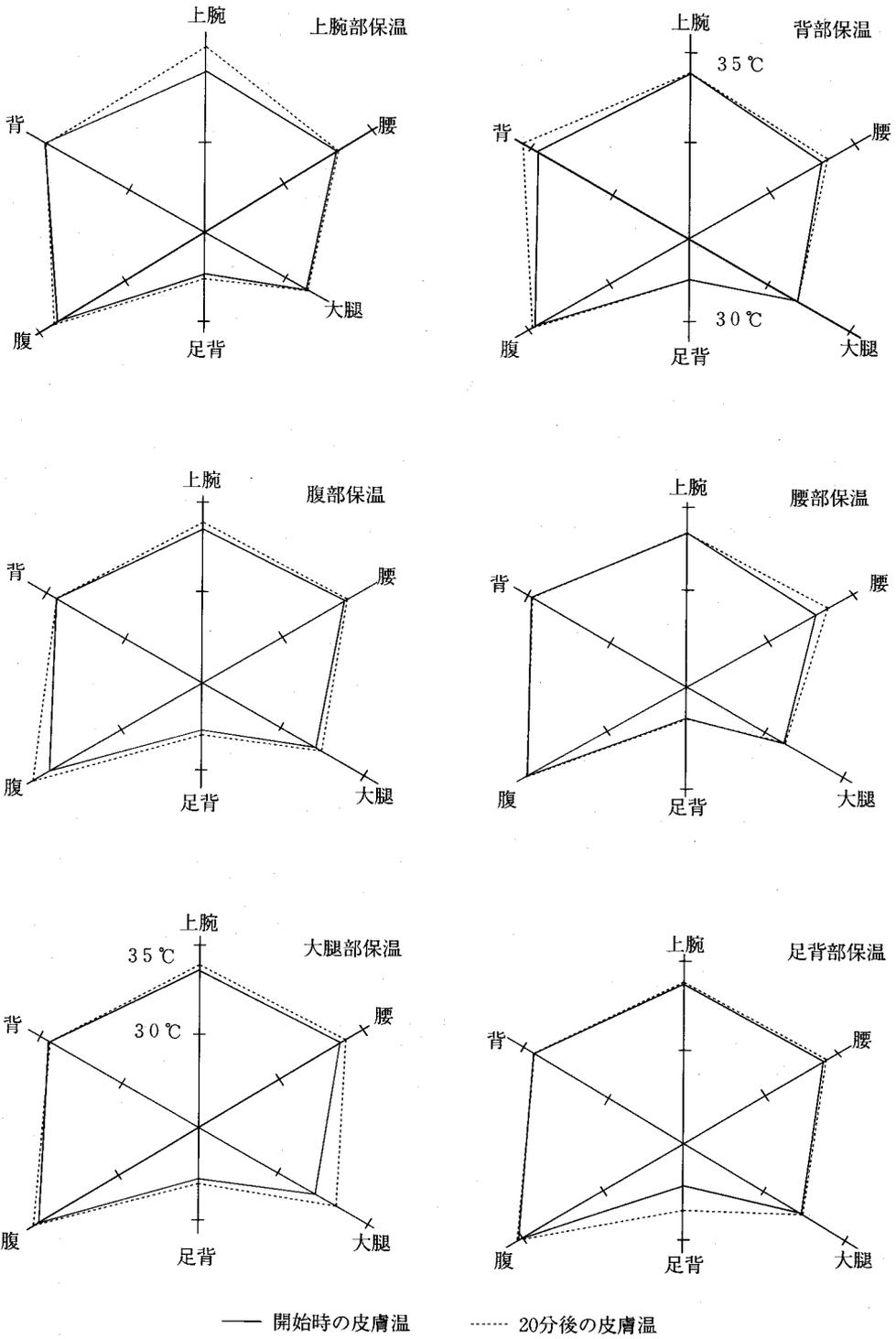


図3 各部位保温後20分経過の皮膚温

大腿部や足背部の保温は下半身を温めることに効果的と思われる。これに対し上腕部保温、背部保温、腰部保温では皮膚温上昇の効果は僅少であった。

その他、各部位保温で共通して影響の大きい部位は腰部が挙げられる。特に腹部と大腿部と足背部の保温が効果的であることから腰部を温めるためには、これらの部位を温めることが効果的と思われる。

逆に効果の小さいのは背部で、どの場合でも殆ど変化がない。従って背部は他からの保温による波及効果を期待することが出来ない部位である。独自に保温する必要がある。

② 保温20分後の有意差検定結果につて

被検者をA、保温部位をB、保温しない測定部位をCの三要因として、多元配置による分散分析によって有意差検定¹¹⁾を行った。結果を表4に示す。

表4 保温20分後の皮膚温変化の有意差検定結果

要因	偏差平方和	自由度	分散	分散比	寄与率(%)
A	0.03	2	0.015	0.33	-0.1
B	0.84	5	0.168	3.73**	4.2
C	0.27	5	0.054	1.20	1.6
A×B	0.44	10	0.044	0.98	-
A×C	0.16	10	0.016	0.36	-
B×C	15.06	25	0.602	13.38**	78.9
e (e)	2.24 (2.84)	50 (70)	0.045 (0.041)		15.2
計	19.04	107			100.0

A：被検者. B：保温部位. C：測定部位. ** 1%水準で有意

この表から、Bの要因と交互作用のBとC間に、1%水準で有意差のあることが認められた。寄与率をみると、保温部位単独では約4%であり、保温部位と測定部位の交互作用では約80%と高率を示し、保温による波及効果の影響のあることが推察される。

(2) 舌下温への影響について

舌下温は図1に示してある様に、保温開始時刻と保温20分経過後と保温脱着後20分経過後の3回測定した。この結果について被検者と保温部位を要因として二元配置による分散分析によって有意差検定を行ってみると、保温部位には差がなく、被検者間に5%水準で有意差が認められた。これに基づいて被検者別、部位別に20分経過後の舌下温の変化を表5に示す。

表5 部位別保温と脱着後の被験者別舌下温の変化

保温と脱着	被検者	開始前の温度(℃)	20分経過後の温度変化					
			上腕部	背部	腰部	腹部	大腿部	足背部
保温材料装着	1	36.4	-0.1	0	-0.2	0.2	0	-0.1
	2	36.6	0.1	0.1	0	0.2	0.1	0.1
	3	36.3	0.2	0.1	0.2	0.4	0.3	0.3
保温材料脱着	1	36.4	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1	-0.1
	2	36.7	0	-0.1	-0.1	0	0	0
	3	36.6	-0.3	-0.6	-0.5	-0.3	-0.1	-0.2

装着後の変化を被検者別にみると、被検者1は腰部、足背部、上腕部で0.1~0.2℃低下し、被検者2は腰部を除いて0.1~0.2℃上昇がみられ、被検者3は各部位とも上昇している。傾向は個人により異なるが、腹部が多くて0.4℃であり、その他は0.1~0.3℃の上昇であった。

被検者3名を比較すると、1の被検者は四肢部保温時に低下があり、2と3の被検者はどの部位の保温でも若干上昇しており、とりわけ3の被検者については保温がより効果的に働いたものとみることが出来る。

脱着後の舌下温変化は、装着経過後とその様相が若干異なり、被検者全てが温度低下のみられた部位は背部と腰部である。被検者1は更に上腕部と足背部に若干低下がみられ、被検者2は殆ど変化が無く、被検者3はどの部位の皮膚温も低下がみられる。これらのことから被検者3人を比較すると、被検者1は腹部のみ保温の影響効果を得、脱着することで四肢部の皮膚温が低下する。被検者2は保温の効果を楽しみ、脱着による皮膚温低下は殆どみられ無い。被検者3は保温や脱着による影響を大きく受けるタイプであると推察される。

(3) 保温材料装着と脱着の経過時間における被検者の温冷感について

保温材料装着15分後と保温材料脱着15分後に、各被検者から聴取した保温部位の温冷感と全身的な温冷感について、温冷感の尺度と評点を個人別に表6に示す。

表6 部位別保温と脱着後の被検者別温冷感

保温と 脱着	温冷感	被検者	15分経過後の温冷感					
			上腕部	背部	腰部	腹部	大腿部	足背部
保温材料の装着	全身	1	1	1	1	2	0	1
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	1	0	2	0	2
	保温部	1	2	1	2	3	1	2
		2	2	1	1	1	3	2
		3	1	2	0	2	2	2
保温材料脱着後	全身	1	0	-1	0	-1	0	0
		2	0	-1	0	0	0	0
		3	-1	0	0	-1	-2	0
	保温部	1	-1	-1	0	-1	-1	-1
		2	-1	-2	-2	0	-2	-2
		3	-2	-1	0	-2	-2	-1

個人毎に示したのは、被検者と保温部位を要因とした二元配置による分散分析を行った結果、被検者間に5%水準で差が認められたことによる。

保温による温冷感を被検者別にみると、被検者1では保温することで保温部位が全て温かい方へ、更に全身をみると大腿部を除いて温かいと感じている。脱着の場合は保温した部位がやや寒く、全身的には腹部と背部がやや寒いと感じており、保温材料の装着と脱着が温冷感に相当影響していると推察される。

被検者2では、四肢部の保温に効果的で全身では装着以前と変化無く、脱着した場合は腹部だけ変化無くその他は寒いと感じ、全身では背部のみがやや寒く、その他は変化が無いとして

いる。脱着による保温した部位の影響のみを受けていると思われる。

被検者3は全身に較べて保温部位が温かいと感じており、脱着した場合は腰部を除いて保温部位も全身的にも寒いと感じている。3人の内では保温と脱着が確実に温冷感に影響を受けるタイプと推察される。

保温部位の温冷感については、3人とも温かいと感ずる部位は腹部、大腿部、足背部で評点では2.0である。

脱着後寒いと感ずる部位は大腿部で評点では-1.7となり、次いで上腕部、背部、足背部の順となっている。

装着と脱着が温冷感に与える影響には個人差がみられ、全身より保温部位の方が温冷感に直接的な関係を持つことが推察された。

(4) 衣服全体の保温力としてのクロー値¹²⁾について

保温20分後のクロー値について、被検者と保温部位を要因として二元配置による分散分析をしてみると、被検者間に1%水準で有意差が認められた。部位別保温と脱着後の衣服の保温力を被検者別に表7に示す。

表7 部位別保温と脱着後の被検者別衣服の保温力

保温材料	被検者	20分経過後の衣服の保温力(クロー値)					
		上腕部	背部	腰部	腹部	大腿部	足背部
装着	1	1.72	1.69	1.59	1.59	1.63	1.55
	2	1.39	1.39	1.25	1.33	1.46	1.60
	3	1.56	1.47	1.27	1.43	1.53	1.53
脱着	1	1.67	1.68	1.59	1.57	1.58	1.53
	2	1.37	1.35	1.23	1.30	1.39	1.53
	3	1.52	1.42	1.26	1.40	1.47	1.49

保温前の被検者別のクロー値は、被検者1が1.59、被検者2が1.36、被検者3が1.43であった。被検者毎にクロー値の変化をみると、被検者1は保温部位の中では、足背部保温時に開始前より低い結果であった。保温6部位の平均では1.63と開始前より0.04と若干高かった。脱着20分後では腰部を除き他の部位で若干の低下がみられた。この場合も平均してみると1.60となり、保温力は維持されていることが分かる。

被検者2は3人の中ではクロー値が一番低く出でている。この被検者の特徴は軀幹部より四肢部保温が効果的と推察される値を示し、保温6部位の平均と開始前のクロー値を比較すると0.04ほど高くなっている。脱着時のクロー値は保温20分経過後からみると、いずれの場合も低下しているが、開始前と同じクロー値であった。

被検者3は保温20分後では開始前より腰部で若干の低下がみられたが、保温の効果で他の部位のクロー値が一樣に若干高くなっている。保温6部位の平均でみると0.04の上昇となる。脱着後をみると保温20分後より低下するが、開始前と同様の値を示していた。

被検者間でクロー値の差はあるが、傾向としては同じようであると推察出来る。

ま と め

保温的な衣服の着方として、重ね着を少なくして使いすてカイロを利用した局部保温による方法が見受けられる昨今の事情や、さらに寒さに対応して行う人間の動作を考慮して局部保温の有効性について、被検者を3名とし、安静椅座位の状態では被服実験室にて実験的に検討を行った。保温部位としては、背部、腰部、腹部、上腕部、大腿部と足背部の6部位とした。1部位づつ保温しながら他の部位への影響もみた。保温材料としては軽く嵩張らず保温性のある真綿を肌着と中着の間に入れて用い、真綿の使用量については、保温性が最も良好な条件を得られる密度を実験的に検討を行った。この結果は次の通りである。

1 保温部位の20分経過後の皮膚温の上昇は、部位毎に差はあるが 0.9°C ～ 1.4°C の範囲内であった。上昇度の大きいのは足背部と大腿部であり、次いで腹部と上腕部である。

腰部と背部の上昇は足背部の65%程度であった。経過時間でみると、保温5分後では上昇率の約50%を示し、以後の上昇傾向は部位により若干異なるが、緩やかな上昇から徐々に平行状態を示した。平均皮膚温を合わせてみると、開始5分前では 32.7°C であるが保温20分経過後では 33.1°C と 0.4°C の上昇をみた。

2 保温材料を装着して脱着すると、腹部と足背部の保温では20分後でも保温効果がみられ、皮膚温は持続された。上腕部では、足背部の低下のみで他部位の低下は僅少であった。このことは、袖の有無がある程度保温性に影響することの証明と思われる。

背部、腰部では大腿部と足背部の皮膚温の低下が顕著であり、大腿部では足背部と背部、上腕部に皮膚温の低下がみられた。これらのことから、四肢部の温熱状態の如何が、人体から環境への放熱制御にとって生理的意義を有する¹³⁾と考えられていることの一面を裏付けるものと思われる。

3 局部保温が他の部位に与える影響についてみると、部位により波及効果は異なっていた。どの部位に対しても保温効果の影響のあるのは腹部が大きく、次いで足背部と大腿部であった。背部、上腕部、腰部保温による影響は僅少であった。

腰部は他に影響を及ぼすことよりも、他から恩恵を受ける部位とみることが出来る。影響を受けてより効果的とみられる部位は、腰部に近い腹部や下肢部である。

背部はどの部位の保温でも影響が少なく、独自に保温することが望まれる部位である。寒さへの対応として、ベストを着用する意義が伺えるところである。

4 舌下温への影響をみると、皮膚温の変化と比較して僅少である。保温部位よりも被検者間に差があった。三人三様の特徴があり、1の被検者は保温と脱着のいずれの場合も四肢部において低下がみられた。2と3の被検者は保温すると温度は上昇し、脱着すると低下の状態であった。2と3の被検者の違いをみると、2への影響は僅少であり、3への影響は2よりも大きいことである。

5 温冷感への影響をみると、舌下温への影響とほぼ類似の傾向であり、被検者間で異なっている。局部保温と脱着についてみると、全身の温冷感よりも局部保温の方が温冷感に強く関わっていると推察された。

6 クロー値への影響をみると、その差は僅少であり、保温すれば上昇し、脱着すれば低下がみられた。この場合も、被検者間の差が大きい。人体の生理的なものと思われるが同様な組

成を持つ繊維製品を着用していて、1の被検者は3人中一番クロー値が高い。次いで3の被検者であり、2の被検者は一番低い。いずれにもしる腹部及び四肢部保温は効果的影響を及ぼしていることが認められた。

本実験の結果から真綿の保温効果を改めて確認すると共に、保温による影響の個人差の大きいことを知ることが出来た。今後の着衣に関する研究を進める上で、見逃してはならない要因であることを痛感した。

謝 辞

充填材料の保温性実験に協力いただいた本学家政科卒業生の菊池由紀子氏と、着衣実験の被検者になって下さった諸姉に心から謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 渡会和, 水梨サワ子「季節の変化と着衣状態の関係」家政学雑誌 vol9 No3, (1958), (119頁)
- 2) 武田京, 黒滝直子, 樋口哲子, 加藤とみえ「大学生の肌に直接着る衣服の着装の実態(1)衣服の形について」家庭科教育 vol63 No3, (1989) (69頁)
- 3) 加藤とみえ, 樋口哲子, 黒滝直子, 武田京「大学生の肌に直接着る衣服の着装の実態(4)衛生的習慣および購入について」家庭科教育 vol63 No8, (1989) (80頁)
- 4) 池田揚子, 天木桂子「保温的な着衣についての研究, 第1報」岩手大学教育学部 研究年報第53巻第3号(1994) (25~45頁)
- 5) 湯谷操, 沈富子, 田村照子, 渡辺ミチ「人体の局所加温が皮膚温に及ぼす影響」衣服学会雑誌, 第25巻第2号(1982) (15~20頁)
- 6) 渡辺ミチ著『衣服衛生学と着装』同文書院, (1985) (40頁)
- 7) 渡辺ミチ, 茂木朋子「熱遮断能からみた衣服の着方(第5報)衣服地間の充填物による保温効果」家政学雑誌, vol6 No3, (1955) (85頁)
- 8) 田村照子著『基礎被服衛生学』文化出版局, (1985) (76頁)
- 9) 田村照子著『基礎被服衛生学』文化出版局, (1985) (110頁)
- 10) 渡辺ミチ著『被服衛生学と着装』同文書院, (1985) (29頁)
- 11) 三平和雄編著『統計的実験計画法』株式会社産業図書, (1974) (62頁)
- 12) 田多井吉之助, 田多井恭子共著『最新被服衛生学』光生館, (1969) (154頁)
- 13) 登倉尋實「被服と深部温-温熱快適性と健康の視点から-」染色と工業, vol47 No12, (1991) (689頁)