ウエストニッパー素材の水分特性が衣服内温湿度、心拍数、口腔温、皮膚温および主観評価に及ぼす影響

富山大学教育学部 中村智子・諸岡晴美
富山県工業技術センター生活工学研究所 中橋美幸
奈良女子大学生活環境学部 諸岡英雄

Influences of Moisture and Water Absorption Properties of Materials for Waist-nippers on Clothing Climate, Heart Rate, Oral Temperature, Skin Temperature and Thermal Evaluation

Noriko Nakamura^{*1}, Harumi Morooka^{*1}, Miyuki Nakahashi^{*2}, and Hideo Morooka^{*3}

^{*1}Faculty of Education, Toyama University, 3190 Gofuku, Toyama 930-8555, Japan

^{*2}Human Life Technology Research Institute, Toyama Industrial Technology Center, 35-1 Iwatakeshin, Fukuno-machi, Toyama 939-1503, Japan

^{*3}Faculty of Life and Environment, Nara Women's University, Kita-uoya Nishi-machi, Nara, 630-8506, Japan

Abstract: Wear experiments to examine clothing climate, heart rate and temperature-related factors were conducted using waist-nippers made of power stretch knitted fabrics that differed in moisture and water absorption properties. The findings are summarized as follows:

1. Clothing humidity (*Hcl*) was significantly related to mean skin temperature, oral temperature and heart rate, and from these results, it was concluded that when a waist-nipper with higher *Hcl* is worn, the wearer become physiologically overloaded.
2. Waist-nippers made of cotton or promix had a higher *Hcl* than those made of polyester. That is, materials superior in moisture absorption resisted increases in *Hcl*. Materials with superior liquid water absorption did not resist increases in *Hcl*, but showed a faster recovery rate.
3. Changes in physiological values and thermal evaluation showed almost the same behavior, but the small difference in physiological values among the waist-nippers used as samples did not influence the results of thermal evaluation, since the waist-nippers remained closely in contact with the body.

(Received 27 March, 2004; Accepted 25 March, 2005)

1. 緒 言

女性にとってファンデーションは欠くことのできない服種のひとつであり、衣服の快適性を論ずる上で重要な役割をもっている。特に、体型補整下着の一つであるウエストニッパー（以後、WNとする）は、ウエストを中心にかなり広範囲に胴・腹部をひき締めるため、衣服の圧的快適性、温熱的快適性に及ぼす影響は大きい。

一般的に、ファンデーション類に多く用いられているハードパワータイプのストレッチ編布は、ポリウレタン弾性糸のインレイを基調とした編布であり、その組織の種類はそれほど多くないのが現状である¹⁾。一方、交編糸には従来、ナイロンやポリエステル合成繊維が用いられてきたが、近年は着用快適性を求めて、吸湿あるいは吸水加工を施し

た合成繊維を用いたものや吸湿性の高い繊維を混用したものなど、多様な素材を用いた製品が市場に出回っている。

別報で、素材、組織、加工の異なるファンデーション用ストレッチ編布の水分特性および熱伝導特性を検討し、素材の水分特性が熱伝導特性に大きく影響することを明らかにした²⁾。

そこで本研究では、温熱的に快適なWNの開発を目的として、吸湿性および吸水性の異なるパワーストレッチ編布で構成された3種のWNを用いて着用実験を行った。衣服内温湿度、生理反応として心拍数、口腔温、皮膚温、および主観評価の解析から、WN素材の水分特性が温熱的快適性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

吸湿性と吸水性の着用性能への寄与を明らかにするために、水分特性の異なる 3 種のパワーネットを用いて WN を試作した。試料の詳細は表 1 に示すとおりである。交編糸として、試料 P はポリエステルを用いたもの、C はナイロンと綿を混用したもの、M はナイロンとプロミックスを混用したものである。また、試料 P は繊維表面の親水化による吸水加工を施したもので、薄いがゲージが大きい場合重量が大きく、C はゲージが小さく軽い素材である。これら 3 種の素材を用いて、サイズ、デザインを同一にした WN を作成した。

試料布の水分特性および熱特性を表 2 に示す。標準状態 (293K, 65%RH) での水分率は、ポリエステル製の試料 P で約 0.5% 程度と非常に低かったのに対し、綿混用の C およびプロミックス混用の M で約 4% であり比較的吸湿性が高く、高湿時ではさらに高くなり、P との差が拡大した。吸水性の指標の一つであるウィッキング性として、0.3ml の水をアクリル板上に滴下した後に試料を設置して 3 分後の吸水面積を測定した結果は、吸水加工を施した試料 P で最も大きく、C および M の約 2 倍程度であった。また、試料を液体水に強制的に浸漬した後、布端をピンセットでつまみ 30 秒間水を自然落下させた場合の保水量は、P で小さく、吸湿性のある C および M で大きかった。蒸発カップ法による透湿量は、C>M>P であった。

また、熱物性測定装置サーモラボ II (カーテック製)³⁾を用いて、乾熱損失量および不感蒸泄を想定した水蒸気移動を伴う場合の熱移動特性を測定した。不感蒸泄シミュレーション実験では、サーモラボ II の熱板上に水分率 200% の濾紙、ヒトの不感蒸泄に相当する水蒸気移動量 (24g/m²・hr) に調

節するための孔を開けたビニルシート (0.6cmφ×8)、透湿防水布 (ゴアテックス®) を順次設置して模擬皮膚とし、この模擬皮膚上に供試料布を設置して平衡状態における熱損失量を測定した⁴⁾。

熱板温度をヒトの平均皮膚温に近似した 306K として、293K, 65%RH の恒温恒湿室内で各々 3 回測定した。結果は、乾熱損失量が 131.6~137.3 W/m² であり、やや M で大きかったが、不感蒸泄時の総熱損失量は 139.0~142.8 W/m² で、ほぼ同程度であった。すなわち、パワーネットの厚さ、重さ、ゲージはやや異なったが、安静時の保温性を想定した場合、3 種の試料間にほとんど差がないものと考えられる。

以上のような素材特性をもつ試料を用いて、以下の着用実験を行った。

2.2 着用実験の方法と手順

(1) 被験者および着衣条件

身長 158.9±6.1cm, 体重 47.2±6.9kg, BMI 18.6±2.4 のほぼ平均的な体型をもつ健康な女子大学生 11 名を被験者とした。夏季を想定した着衣 (綿 100% の半袖 T シャツ およびセミタイトスカート (膝丈)、ブラジャーおよびショーツは各自のもの) で、実験用 WN を着用した。なお、WN を着用しない場合 (以後、非着用 (n) とする) についても実験した。

(2) 環境条件と実験期間

夏季冷房室内を想定して、301±1K, 45±5%RH の簡易型人工気象室内で実験を行った。実験期間は、2002 年 7 月下旬~8 月下旬である。

(3) 測定手順と測定項目

被験者は、実験環境に身体を慣らすために実験 30 分以上前に簡易型人工気象室に入室した。その後、精度 2g の天秤を用いてセミヌードで体重測定後、実験用着衣に着替え、あらかじめ重量を測定しておいた実験用 WN を装着した。このとき、身体圧迫による生理的影響を避けるために、立位時における WN の衣服圧がほぼ同一 (背部 1.3~1.5kPa, 腹部 0.8~0.9kPa) になるように、被験者ごとに、また WN ごとにサイズを調整した。

被験者を実験開始 15 分前には椅座安静にさせ、約 5 分前よりデータ取り込みを行った。その後、10 分間踏み台昇降運動 (高さ 25cm の踏み台、往復 26 回/分)、20 分間椅座安静 (以後、回復期とする) にさせ、この間について生理量測定および主観評価を行った。ここでの運動は、日常の階段昇降程度を想定したものである。実験終了後、再び体重を測定するとともに、脱後の WN の重量を測定した。また、

Table 1 Samples.

Sample symbol	Fiber (%)	Yarn Count (dtex)	Gauge	T ¹⁾ (mm)	W (g/m ²)
P	P ²⁾ 68	55	64	0.42	240
	U 32	462			
C	N 63	56	48	0.52	168
	C 20	60 s ³⁾			
	U 17	308			
M	N 60	55	56	0.50	219
	M 20	33			
	U 20	308			

P: polyester, U: polyurethane, N: nylon, C: cotton, M: plomix, Structure: Power-net

¹⁾ at a pressure of 0.588kPa ²⁾ water absorption processing ³⁾ cotton count

Table 2 Water and thermal properties.

Sample symbol	Moisture regain		Water absorption area (×10 ⁻⁴ m ²)	Holding water (g/m ²)	Water vapor transfer rate (g/(m ² ・h))	Dry heat loss (W/m ²)	Total heat loss (Insensible perspiration) (W/m ²)
	at 65%RH	at 93.2%RH					
	(%)	(%)					
P	0.5	0.9	70.0	170.5	16.59	133.5	142.8
C	4.0	7.0	31.8	223.1	22.05	131.6	140.5
M	3.5	6.2	42.8	219.9	18.90	137.3	139.0

被験者は、実験開始後 9, 13, 16, 20, 22, 25, 30, 35, 40 分の計 9 回、着用感(温熱感, 湿潤感, 快適感)を 7 段階で評価し、口腔温に影響を与えないように評価板を指示することにより申告した。

測定項目は、皮膚-WN 間の衣服内温度 (T_{cl}) および衣服内湿度 (H_{cl})、皮膚温 (T_s)、口腔温 (T_{co})、心拍数 (HR) である。 T_{cl} および H_{cl} の測定は、衣服内温湿度測定用センサー(神栄(株)製, 測定精度: サーマスタ $\pm 0.5^\circ\text{C}$, 湿度センサー $\pm 2\%\text{RH}$)を用い、背部と WN との間にセンサーを挿入した。 T_s の測定は、胸, 上腕, 大腿, 下腿に熱電対型皮膚温センサー(足立計器(株)製, $\pm 0.1^\circ\text{C}$)を貼付し、 T_{co} は、舌下に熱電対型皮膚温センサーを挿入した。なお、 T_{cl} , H_{cl} , T_s , T_{co} のデータ取り込みのインターバルを 2 秒とした。 HR の測定は、POLAR 製ハートレートモニターバンテージ NV を用いて、R-R 間隔を測定して、 HR に換算した。また、実験後の体重減少量(本研究では、これを汗量とみなした)、WN への残留水分量を測定した。

なお、性周期や日内リズムによる体温変動による影響を考慮して、実験は被験者の低体温期に揃え、1 日に 1 試料、被験者ごとに同一時間帯に行った。また、食後 2 時間以上経過後とし、着用順序をランダムとした。

3. 結果および考察

3.1 汗量および測定データの取り扱い

被験者個々の汗量データを詳細に検討したところ、図 1 に示すように、8 名の汗量(グループ I)に比べて、汗量のかかなり少ない被験者が 3 名(グループ II)いることがわかった。グループ別の平均汗量は、グループ I で約 94g、グループ II で約 60g であった。また、WN 着用は、非着用より汗量が多いと予想されたが大きな違いはみられなかった。これは、WN 着用により保温性が増大するが、一方で WN による脇部の圧迫が汗量減少につながり⁵⁾、これらが相殺された結果であると推察された。試料間では、試料 P で汗量が多い傾向がみられた。

また、汗量の少ない被験者 3 名中の 1 名が試料 M 着用日において汗量が極端に少なく、他の実験日の約 1/3 であ

Fig. 1 Weight loss (sweating rate).
(Parentheses are number of subjects.)

た。これは、明らかに試料による影響ではないと推察されたため、この 1 名の被験者を削除し、グループ II については 2 名のデータのみを扱うこととして、グループ別に衣服内温湿度および各生理量を検討した。

その結果、グループ II の衣服内温湿度および各生理量の変化挙動は、グループ I とほぼ同様であったが、試料間の相違は小さいことがわかった。不感蒸泄が約 40 g である⁶⁾ことを考えると、グループ II の汗量は非常に少なく、換言すると、汗量が少ない被験者や状況にあっては、WN の素材は生理量に大きく影響を与えないものと考えられる。また、グループ II が 2 名と少なかったことから、以後、グループ I についてのみ述べることとする。なお、結果については、5 分ごとのデータについて WN 間の平均値の差の検定を行い、図中に $*$ ($P < 0.05$), $**$ ($P < 0.01$) を付記した。

3.2 平均皮膚温 ($\bar{T}_s$) および口腔温 (T_{co})

ラマナサン⁷⁾の 4 点法により、平均皮膚温 ($\bar{T}_s$) を求めた。

$$\bar{T}_s = 0.3(T_c + T_u) + 0.2(T_t + T_l)$$

ここで、 T_c は胸、 T_u は上腕、 T_t は大腿、 T_l は下腿の皮膚温である。

$\bar{T}_s$ と T_{co} の測定値を 1 分ごとに平均した結果を図 2 に示す。 $\bar{T}_s$ は運動開始直後に低下した後、徐々に上昇し、運動停止直後に急激な上昇を示した。その後、 $\bar{T}_s$ は急激に低下し、運動前の値よりも低くなった後、再びやや上昇し元の値に戻る傾向を示した。運動開始直後の $\bar{T}_s$ の低下は、対流による放熱の増大や身体末梢部の反射的な皮膚血管の収縮による⁷⁾ところが大きく、その後の上昇は運動に

Fig. 2 Changes in mean skin temperature $\bar{T}_s$ and oral temperature T_{co} .
(●: P, □: C, ▲: M, ○: n)

より増大した産熱の放散を促進するための生理的体温調節メカニズムの一つであると考えられる。また、運動停止直後の急激な上昇は、持続的な代謝亢進、老廃物の排出⁸⁾および皮膚血流量の増加、強制対流の停止によるものと考えられる。その後の低下は、代謝産熱の減少と発汗による皮膚面の湿潤によるものであり、回復10分以後の $\bar{T}_{cl}$ の変化挙動は湿潤からの回復を示すものと考えられる。

試料間に有意差は認められなかったが、WNを着用した場合は、非着用に比べて、終始 $\bar{T}_{cl}$ が0.1~0.3℃有意に高い傾向がみられた。また、試料Cの $\bar{T}_{cl}$ は、安静時、運動前半、回復後期でやや高く、試料Pは運動後半から急激に上昇し運動直後は他のWNと比べて最も高い傾向を示した。

T_{co} は運動開始後数分の潜伏期を経て上昇し、運動停止後に最大値を示し、その後徐々に回復する傾向を示したが、運動停止20分後も初期値まで回復しなかった。 $\bar{T}_{cl}$ の変化挙動同様、実験開始から実験終了まで、有意差はみられないものの非着用(n)で最も低かった。また、終始P着用で T_{co} が最も高く、特に運動停止後に37.2℃まで上昇し、回復も遅かった。すなわち、夏季着用における試料PのWN着用は湿熱負荷が最も大きいものと推察された。試料MとCは、非着用(n)とPのほぼ中間値を示した。

3.3 衣服内温度(T_{cl})および衣服内湿度(H_{cl})

T_{cl} と H_{cl} の測定値を1分ごとに平均した結果を図3に示す。 T_{cl} は、非着用(n)で運動中にTシャツのはためきによると思われるふたつきが若干みられたものの、 $\bar{T}_{cl}$ および T_{co} と類似の変化挙動を示した。実験中終始、WN着用は非着用に比べて T_{cl} が約1.5℃有意に高かったものの、試料間の順序は異なり、 $\bar{T}_{cl}$ および T_{co} で高い傾向を示したPで、 T_{cl} が低く、むしろMで運動後期~回復期において高くなる傾向がみられた。これは、Mで吸湿性の高い素材が混用されていることにより、吸着熱が発生したためと考えられる。 $\bar{T}_{cl}$ や T_{co} の生理的変化挙動には吸着熱の影響はほとんどみられなかったが、 T_{cl} では素材の吸着熱の影響を受けることがわかった。また、Cで吸着熱の影響がみられなかったことについては、綿の湿潤時における熱伝導率の増大⁹⁾が少なからず関与していると推察される。

H_{cl} は運動開始直後から直線的に上昇し、運動停止後に最大値を示し、その後ゆっくりと回復に向かう傾向を示した。非着用(n)と試料Pは、運動中期から急激に H_{cl} が上昇した。しかし、運動停止直後は、Pで暫時 H_{cl} が上昇し続けるのに対して、nではすぐに回復に向かったため、nとPは回復期にその差が最も大きくなった。運動直後のPの H_{cl} は、C、Mおよび非着用に比べて有意に高かった。ポリエステル使いの試料Pは、吸水性の付与により表2で示したように、汗が大きく濡れ拡がる。しかし、保水性が小さく吸湿性もないため、汗は繊維間隙・糸間隙に液体水として保持されると考えられる。このため、むしろ衣服内湿度が高くなり、皮膚表面との水蒸気濃度勾配が小さくなることにより、皮膚からの汗の蒸発が少なく放熱が減少すると考えられる。放熱が減少すると、恒体温を保持するため

Fig. 3 Changes in clothing temperature T_{cl} and clothing humidity H_{cl} .
(●: P, □: C, ▲: M, ○: n)

に、さらに発汗し、衣服内湿度が高くなるというフィードバックがかかると考察される。このことは、図1に示した実験中の汗量で、P着用時の汗量が最も多かったことから裏付けられる。逆に、吸湿性の高い素材を用いたCとMは、Pに比べて H_{cl} がやや低く、熱放散がスムーズであったと考えられる。一方、回復後期には、吸水面積が大きいPで H_{cl} の回復が速いことがわかった。また、実験前後のWNの重量変化から求めた残留水分量は、Cで1.75g、Mで1.98gであったのに対し、Pで0.86gであり、乾燥の速いことがわかった。

3.4 心拍数(HR)

HRの変化挙動を図4に示す。HRは運動開始とともに増大し、運動停止とともに減少、回復している。実験開始直後からPのHRが最も上昇し、試料C、Mより有意に高く、回復が最も遅かった。また、非着用より試料C、Mで終始HRが低い傾向がみられた。このことは、非常に興味深い事実である。WN着用は、 T_{co} において非着用より高かったことから身体に湿熱負荷を与えていると前項では判断されたが、HRへの影響からみた場合、WN素材によっては身体負荷が小さくなりうることを示唆された。WNによる腹部圧迫が、呼吸ポンプ作用¹⁰⁾を補助し、静脈還流量に影響を及ぼした結果、HRが低くなったと考察されるが、P着用の場合は、それ以上に湿熱負荷が大きかったために、HRが高くなったものと考えられる。

Fig. 4 Changes in heart rate (HR).
(●: P, □: C, ▲: M, ○: n)

3.5 着用感評価

温熱感 TS, 湿潤感 HS, 快適感 CS の評価結果を図 5 に示す。運動開始とともに暑く、べたつくことと評価し、快適性が低下している。TS, HS, CS の評価点は、運動停止直前に最大値を示し、その後 10 分で急激に回復した後、ゆっくりと回復に向かい、実験終了時には運動前とほぼ同程度まで回復した。 T_{co} , $\bar{T}_s$, T_{cl} , H_{cl} においては運動停止後に最大値を示し、主観評価点の最大値と時間的に一致せず、 $\overline{HR}$ の最大値を示した時間と一致した。しかし、変化挙動をみると、 T_{co} , $\bar{T}_s$, T_{cl} , H_{cl} とかなり類似している。このことから、主観評価は今回測定した生理量および衣服内温湿度の影響を強く受けていると考えられる。試料間では、 T_{co} および $\bar{T}_s$ の低い非着用が、最もべたつきが少なく暑さの評価も低く不快感が少ないと評価されたが、 $\overline{HR}$ および T_{co} が高く最も人体に負荷を与えていると推測された試料 P は、他の WN に比べて評価が悪くなく、むしろ M で評価が悪い傾向がみられ、生理量変化と一致しなかった。

3.6 衣服内温湿度、生理量および着用感評価の相互関係

前項までにおいて、被験者平均を用いて、各測定項目間の関係、および主観評価との関係を概略的に論じたが、これらの関係をより明確にするために、グループ I の被験者 8 名の 3 種の WN および非着用についての衣服内温湿度 (T_{cl} , H_{cl}), 生理量 (平均皮膚温 ($\bar{T}_s$), 口腔温 (T_{co}), 心拍数 ($\overline{HR}$)), 着用感評価 (TS, HS, CS) を用いて、相関分析を行った。5 分ごとの測定データを用い、運動中および回復期に分けて検討した。運動中および回復期のデータ数は各々 64, 128 である。

結果を表 3 に示す。人が健康であるための基本条件として、深部体温を一定に保持することがあげられる。まず運動時についてみる。本実験で深部体温の指標として測定した T_{co} は H_{cl} と最も相関が高く、 H_{cl} の高いものほど

Fig. 5 Changes in thermal (TS), humid (HS), and comfortable sensation (CS).
(●: P, □: C, ▲: M, ○: n)

T_{co} が高くなる傾向を示した。また、 H_{cl} は、 $\bar{T}_s$ と正の相関をもち、TS, HS, CS の主観評価との関連も強いことがわかる。これに対して、 T_{cl} は $\bar{T}_s$ と正の相関をもつ以外に他の生理量との間に相関はみられなかった。これらの関係について考察すると、以下ようになる。

衣服内湿度が上昇すると、皮膚からの潜熱損失が抑制され、深部体温が上昇する。体温上昇とともに皮膚温が上昇して乾熱損失が促進する。さらには、発汗が促進するという生理的体温調節機能が働く。発汗の増大はさらに衣服内湿度を高めるというフィードバックにつながるという関係が成立していることがわかる。また、このことは 3.2 項で述べた生理的メカニズムの考察の妥当性を示す結果でもある。すなわち、 H_{cl} の変化挙動は運動時の体温調節にとって最も重要な要因であり、これが主観評価に及ぼす影響が大であるといえる。回復期については、 T_{cl} と $\bar{T}_s$ との相関係数が 0.54, H_{cl} と $\bar{T}_s$ との相関係数が 0.47 であり、 T_{cl} との関係がやや強かった。これらの結果は、諸岡らのシャツブラウス¹¹⁾やストッキングの結果⁴⁾と同様であった。

また、 $\overline{HR}$ と温熱感との間に有意な関係がみられた。諸岡らは先の研究において、試料の生理量変化の相違が主観評価に反映されたとも報告している³⁾ ことから、本研究においても、各測定項目の被験者平均データの分析で最も人体に与える負荷が大きいのと思われる試料 P で着用感が悪い

Table 3 Correlation coefficients between wearing sensation and physiological data.
(Upper line : during exercise, Lower line : after exercise)

	T_{cl}	H_{cl}	$\overline{T}_s$	HR	T_{co}	TS	HS	CS
T_{cl}								
H_{cl}	-0.019 (0.434)**							
$\overline{T}_s$	0.463** (0.536)**	0.325* (0.469)**						
HR	-0.072 (-0.148)	0.147 (-0.055)	-0.315* (-0.433)**					
T_{co}	0.146 (0.279)**	0.532** (0.010)	0.311* (0.008)	0.233 (0.224)**				
TS	0.258 (0.154)	0.617** (0.037)	0.053 (-0.083)	0.216 (0.387)**	0.312* (0.114)			
HS	-0.041 (0.069)	0.497** (0.160)	-0.111 (-0.084)	0.470** (0.293)	0.359** (0.065)	0.606** (0.493)**		
CS	0.192 (0.227)*	0.656** (0.170)	0.073 (-0.127)	0.337* (0.275)	0.433** (0.087)	0.886** (0.697)**	0.641** (0.629)**	

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

と推測された。しかし、今回は試料間の生理量変化の相違と主観評価量が必ずしも一致しなかった。この理由として、今回の実験での運動が、日常の階段昇降程度の低い代謝レベルの運動（最大心拍数 130 拍/分）であり、運動が軽度であったことに加えて、身体圧迫による発汗挙動への影響⁵⁾から、汗量が少なかったことが考えられる。また、衣服が皮膚に密着して動かない場合、湿潤感が知覚できない¹²⁾との報告がみられることから、皮膚に密着して着用される WN の場合、生理量および衣服内温湿度の試料間の相違を主観評価として感知することが難しかったことが考えられる。

以上のことから、WN 着用においては、試料の水分特性によっては人体に余分な負荷をかけながらも、感覚としての確に捉えられないということが明らかとなった。このことは、主観評価のみに頼った WN の設計が望ましくないこと、さらには生理量変化や衣服内温湿度に着目したアパレル設計の重要性を示唆するものである。

また、WN 着用時に衣服内湿度を低く抑えることのできる素材の水分特性、すなわち試料 C や M のような吸湿性の高い素材を用いることの重要性が明らかとなった。

4. 結 語

温熱的に快適な WN の開発を目的として、吸湿性能および吸水性能の異なるパワーストレッチ編布で構成された 3 種の WN を用いて着用実験を行った。衣服内温湿度、生理反応として心拍数、口腔温、皮膚温および主観評価の解析から、WN 素材の水分特性が温熱的快適性に及ぼす影響を検討した。結果は以下の通りである。

- 1) H_{cl} は、 $\overline{T}_s$ 、 T_{co} および HR と有意な正の相関をもち、衣服内湿度が生理量に及ぼす影響は大きく、衣服内湿度の高い WN 着用は生理的負荷が大きいたことがわかった。
- 2) H_{cl} は、交編素材として綿 (C) およびプロミックス (M) 混用の WN に比べ、ポリエステル (P) で有意に高いことが

わかった。なお、ポリエステルは吸水加工されたものであったが、運動中および運動直後の H_{cl} 上昇を抑制する効果はなかった。しかし、その後の回復速度は速かった。

3) 着用感評価は、生理量変化から予測された着用感と一致せず、試料間の差は捉えられなかった。これは、人体に密着して着用される WN 特有の傾向と考えられ、着用感評価のみならず、生理量および衣服内温湿度を重視したアパレル設計の重要性が示唆された。

文 献

1. TORAY research center, “Stretch Sozai (Kaiteki Iryo Sekkei no tameni)”, p.69 (1996).
2. N.Nakamura, H.Morooka, H.Morooka, Thermophysical Properties 23, p.111 The Twenty-third Japan Symposium (2002).
3. S.Kawabata, *Sen'i Kikai Gakkaishi*, **37**, T130 (1984).
4. H. Morooka, R. Hirata and H.Morooka et.al., *Sen'i Kikai Gakkaishi*, **52**, T1 (1999).
5. *Nihon Kasei gakkai Hifuku Eiseigakubukai*, “Ifuku to Kenko no Kagaku”, p.114, Maruzen (2003).
6. Y.Kuno, “Ase no Hanashi”, p.40, Kouseikan (1975).
7. O.G.Edholm, “Samusa Atsusa to Ningen”, p.8, Asakura shoten (1980).
8. S.Nakano, S.Shigeta et.al., “Zusetsu Karada no Jiten”, p.393, Asakura shoten (1992).
9. H.Morooka, N.Nakamura and H.Morooka, *Sen'i Gakkaishi*, **59**, 181 (2003).
10. S.Nakano, S.Shigeta et.al., “Zusetsu Karada no Jiten”, p.123, Asakura shoten (1992).
11. H.Morooka, M.Niwa, *Kaseigaku zasshi* 30, 320(1979)
12. T.Koshiba, T.Tamura *Sen'i Seihin Shohi Kagaku*, **36**, 119 (1995).