

夏用プロテクトスポーツウェアの設計に関する研究

生活科学課 牧村めぐみ*1 生活工学研究所 金丸亮二*2

1. 緒言

夏季の暑熱環境下で行われる屋外スポーツの中でも、ラグビー、野球のキャッチャー、サッカーのゴールキーパー等のスポーツウェアには、転倒や衝突から身を守るためのプロテクター（衝撃吸収パッド）が配置されている。これらのウェアは他のスポーツウェアに比べてプロテクターによる体熱放散の抑制が予測される。

近年、夏季には猛暑が続くという異常気象がみられており、「熱中症」を引き起こすことが懸念される。そのため、できるだけ効率よく体熱放散を行えるプロテクトスポーツウェアの設計および開発が望まれる。

昨年度はサッカーのゴールキーパー用ウェアを対象とし、プロテクターによる体熱放散の抑制を抑えるダブルラッセル生地（厚さ 4mm : PE26%、NY72%）を見出した。本研究では、ゴールキーパー用ウェアの熱・水分移動の効果を高めることを主目的として、その素材・形状・保温率を検討した後、被験者実験を行い、温度快適性の指標となる発汗量、皮膚温、衣服内温湿度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 試料とサーマルマネキンによる保温性評価

表1に示す、素材、えり・袖口形状、身幅、袖口幅、プロテクターサイズの異なるゴールキーパー用ウェア（実験用ウェア）を用いて、28°C、40%RHの生活環境シミュレータ室内で、サーマルマネキン（京都電子工業（株）製）の表面温度33°C一定で消費電力量を測定し、保温性評価を行った。

表1 試料に用いた実験用ウェアの詳細

試料記号	1	2	3	4	5	6
素材	ポリエステル	ポリエステル	ポリエステル 吸汗	ポリエステル 吸汗	ポリエステル 吸汗速乾	ポリエステル 吸汗速乾
えり形状						
袖口形状						
身幅	51.5cm	51.0cm	53cm	56cm	50cm	50cm
袖口幅	20.5cm	20.0cm	23.5cm	25cm	22.5cm	22.5cm
プロテクター サイズ	17×12cm 楕円	17×12cm 楕円	24×15.5cm 楕円	24×15.5cm 楕円	無し	無し

2.2 着用実験の測定手順

年齢18～21歳の健康な男性5名を被験者とし、夏季を想定して、28°C、40%RHの生活環境シミュレータ室内で着用実験を行った。被験者は、実験環境に身体を十分

慣らすために実験開始の1時間前に試験室に入室し安静を保った。その後、ヌードで体重を測定後、半袖肌着、実験用ウェア、ボクサーパンツ、ゴールキーパー用パンツ、クルーソックスに着替えた。シューズは各自のものとした。次にトレッドミルによる運動負荷、10分間座位安静 → 5分間の歩行・走行運動（速度5.5km/h（5分間）→8.0km/h（5分間）を3回繰り返したのち、5.5km/h（5分間））→10分間座位安静を行い、この間について生理量の測定を行った。実験終了後、再び体重測定を行った。なお体重は、精度1gで測定した。

測定項目は皮膚温4点（胸、上腕、大腿、下腿）、衣服内温湿度（胸、腹、背2か所、上腕、下腕）である。また、実験前後の体重減少量を発汗量とみなした。

運動終了後に被験者にヒアリングを行い、温熱感や蒸れ感、快適感について2～2の5段階で点数化した。

3. 実験結果および考察

3.1 サーマルマネキンによる保温性評価

表2は、実験用ウェアの保温率（%）を式（1）に従い算出した結果である。肘にプロテクターが装着してある試料1～4は腕部で保温率が高かったが、袖口がストレータタイプの試料2は下腕部の保温率が低かった。

$$\text{保温率 (\%)} = \frac{\text{裸体での消費電力 (w)} - \text{着用での消費電力 (w)}}{\text{裸体での消費電力 (w)}} \times 100 \quad (1)$$

表2 サーマルマネキンによる保温性評価（%）

	胸部前	胸部後	右上腕部	右下腕部	左上腕部	左下腕部
1	46.56	52.32	42.09	44.10	51.92	40.57
2	48.65	51.50	42.32	22.83	50.09	25.72
3	45.71	55.13	55.05	50.50	61.21	50.26
4	49.36	61.20	56.93	43.04	67.99	41.43
5	50.35	53.04	39.41	20.00	40.44	18.45
6	54.02	52.7	41.53	19.42	42.38	21.05

3.2 発汗量と主観評価

図1は、5名の汗量データを用いて試料ごとに被験者平均を算出した結果である。表3は、5名の主観評価データを用いて試料ごとに被験者平均を算出した結果である。主観評価において評価が最も高かった試料3は、平均汗量も最も少なかった。汗量の多い試料は主観評価が低くなる傾向にあるが、試料5、6は汗をかいてべたついても、吸汗速乾素材のため肌触りがよく「涼しい、不快ではない」と感じる被験者が多かった。

*1 現 企画管理部 *2 現 (公財)富山県新世紀産業機構

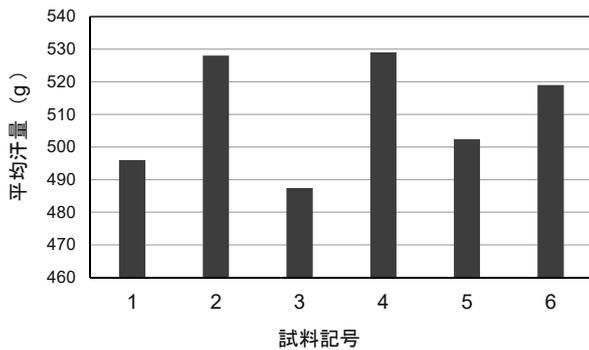


図1 体重減少による汗量 (被験者平均)

表3 主観評価による点数 (被験者平均)

試料記号	温熱感	蒸れ感	快適感
1	0.2	-0.6	0
2	-0.2	-1	-0.4
3	0.4	0.2	0.6
4	-0.2	-0.6	-0.4
5	0.2	-0.4	0
6	0	0	0.2

3.3 平均皮膚温への影響

本研究では、式 (2) に示すラマナサンの4点法を用いて平均皮膚温 ($M-Ts$) を求めた。

$$M-Ts = 0.3 (Tc + Tu) + 0.2 (Tt + Ti) \quad (2)$$

ここで、 Tc は胸、 Tu は上腕、 Tt は大腿、 Ti は下腿の皮膚温である。

$M-Ts$ は昨年同様、運動開始直後に皮膚血管収縮により低下した後、運動による産熱の増大により緩やかに上昇し2回目の歩行運動時から上昇が急となり、走行運動時と運動終了後には低下する3~4峰性の形状を示した。

3.4 衣服内温度および衣服内湿度への影響

結果の一例を図2に示す。衣服内温度は $M-Ts$ と類似の挙動を示したが、胸側の衣服内温度は運動後半の発汗量増大とともに、徐々に低下していく傾向が見られた。

衣服内湿度も、 $M-Ts$ と類似の挙動を示したが、時間の

経過とともに上昇していく傾向がみられた。

4. 結言

サッカーのゴールキーパー用ウェアを対象とし、ウェアの熱・水分移動の効果を高めることを主目的とし、実験用ウェア6種を用いその素材・形状・保温率を検討した。その結果、肘にプロテクターを配置し、袖口をストレートにすることで保温率が低下した。また、被験者実験の結果から、汗量の多い試料は主観評価が低くなる傾向にあるが、吸汗速乾素材のウェアは汗をかいてべたついても、肌触りがよく「涼しい、不快ではない」と感じる被験者が多かった。よって、ゴールキーパー用ウェアは、素材は吸汗速乾、プロテクターにダブルラッセル、袖口はストレートで適度なゆとり量を持って設計する必要があることが分かった。

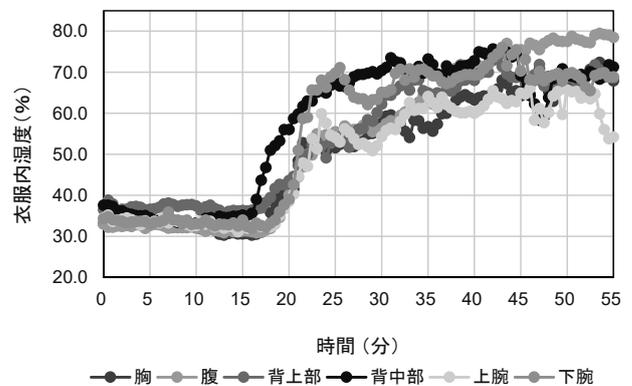
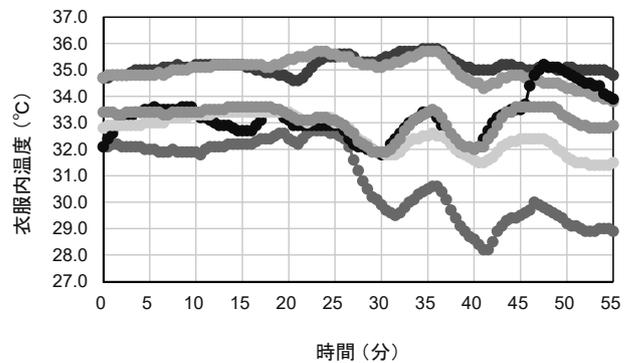


図2 衣服内温度および衣服内湿度の変化挙動

キーワード：プロテクター、サッカー、ゴールキーパー用ウェア、サーマルマネキン、温度快適性

Study on design of the protection sportswear for summer

Human Engineering Section; Megumi MAKIMURA, Director of Laboratory; Ryoji KANAMARU

This study examined material for the purpose of increase of the effect of the heat and the water vapor mobility in the sportswear for goal keepers of the soccer. First, we examined the material, shape, and heat retention rate using six types of experimental wear. Next, as a result of having performed a subject experiment, we found that the material for the goalkeeper wear should be designed so that the material is sweat-absorbent and quick-drying, the protector is double raschel knitted fabric, and the cuffs are straight and have the quantity of space of clothes.