

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 研究所長 金丸亮二 企画管理部 中橋美幸

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、人間の体温（37℃）に近い環境においては、暑熱環境や運動環境により産熱と放熱のバランスが崩れ体温調節ができなくなると、「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。


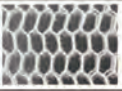

本研究では、サッカーのゴールキーパー用ウェアを対象とし、プロテクター部分の熱・水分移動の効果を高めることを主目的として、その素材を検討した後、被験者実験を行い、温度快適性の指標となる発汗量、皮膚温、衣服内温湿度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 被験者および試料

年齢 17～23 歳の健康な男性 8 名を被験者とし、表 1 に示す 27cm×26cm のプロテクター素材 3 種を、胸部と背部にそれぞれ配置したサッカーのゴールキーパー用ウェア（実験用ウェア）を用いて着用実験を行った。また、プロテクター素材を配置しないものをコントロール（試料 1）として用いた。プラハンマ（ハンマの平面 Φ33mm）を衝突速度約 2.3 m/s で打撃した時の衝撃荷重を測定したところ、衝撃吸収効果は試料 4 に用いたダブルラッセルが最も高いものであった。

表 1 試料に用いたプロテクター素材の詳細

試料記号	1	2	3	4
素材	-	ウレタンフォーム	ダブルラッセル	ダブルラッセル
形状	-			
厚さ	-	5mm	8mm	4mm
組成	-	PUR 100%	PE 17%、NY 83%	PE28%、NY 72%
衝撃荷重(Kgf)	386	347	231	214

2.2 環境条件と測定手順

夏季を想定して、30℃、40%RH の人工気象室内で着

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 時間前に人工気象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、コントロールまたは実験用ウェア、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、背）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 発汗量への影響

図 1 は、欠損データのある 1 名の被験者を除き、7 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。試料 4 は、他の 3 種に比べて平均汗量が少ない傾向が見られた。

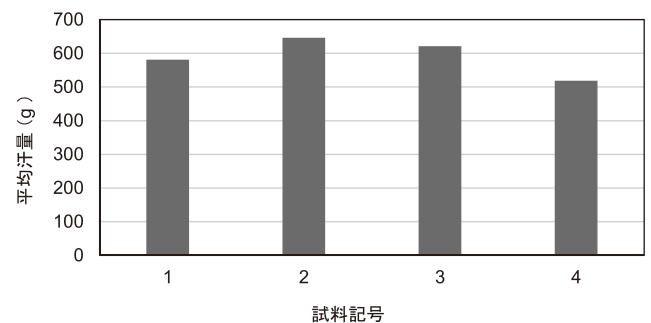


図 1 体重減少による汗量（被験者平均）

3.2 平均皮膚温への影響

本研究では、ラマナサンの 4 点法を用いて平均皮膚温（ $M-T_s$ ）を求めた。式（1）

$$M-T_s = 0.3 (T_c + T_u) + 0.2 (T_t + T_i) \quad (1)$$

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

結果の一例を図 2 に示す。 $M-T_s$ は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。

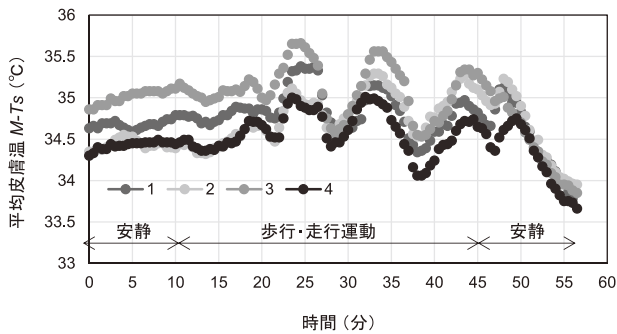


図2 平均皮膚温 M-Ts の変化挙動

3.3 衣服内温度および衣服内湿度への影響

結果の一例を図3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、胸側は M-Ts と類似の挙動を示したが、背側は時間の経過とともに上昇していった。これは、胸側は体とウェアの間に比較的ゆとりがあり、運動によって気流が発生し、換気が行われたためと考える。試料間の差は、被験者によってバラツキはあるものの、試料4が最も低く、試料2が高くなる傾向が見られた。

3.4 主観評価

表2は、欠損データのある1名の被験者を除き、7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。主観評価においても、試料4は涼しい、快適である、試料2は暑い、不快であると感じる被験者が多かった。

4. 結言

サッカーのゴールキーパー用ウェアを対象とし、プロテクター部分の熱・水分移動の効果を高めることを主目

的とし、その素材を検討した。プロテクター素材に厚さ・編構造の異なるダブルラッセル生地を2種とウレタンフォームを選択し、被験者実験を行った結果、試料4(ダブルラッセル：厚さ4mm：PE26%、NY72%)が最も発汗量が少なく、主観評価も高かった。平均皮膚温や衣服内温湿度は被験者によってバラツキはあるものの、試料4が最も低く、さらに被験者の体格による試作ウェアとのゆとり量の違いが、温度や湿度の上昇に大きく影響することが分かった。今後は、熱・水分移動に影響を与える素材因子の解明、最適なプロテクターの配置とウェアのゆとり量を検討する。

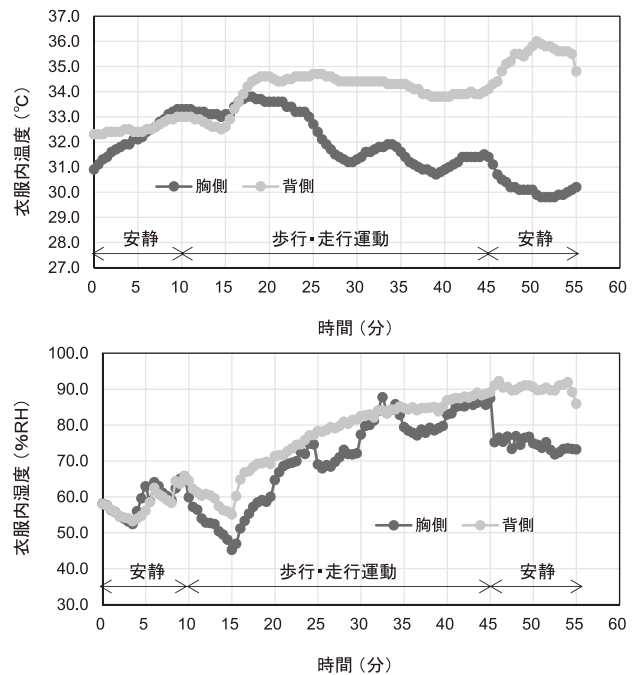


図3 衣服内温度および衣服内湿度の変化挙動

表2 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	0.29	0.14	0.29
2	0	-0.86	-0.57
3	0.14	-0.29	0.14
4	0.43	0.29	0.43

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、ダブルラッセル、温度快適性

Study on design of the protection sportswear for summer

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

Planning and Management Department; Miyuki NAKAHASHI

This study examined material for the purpose of increase of the effect of the heat and the water vapor mobility in the protector part of the sportswear for goal keepers of the soccer. To a protector material, we chose two kinds of double raschel knitted fabric which was different from thickness and structure, and one kind of urethane foam. As a result of having performed a subject experiment, we found that a rise of temperature and the humidity was different by the cloth structure and the quantity of space of clothes.