アウトドア用パーカのデザイン・素材特性が温熱的快適性におよぼす効果

発表者　青柳卓也
指導教員　薩本弥生

【目的】

被服は人の体温調節能力を補助し、健康を支えているものの１つである。着衣時の温熱的快適性を考える場合、裸体では人体の調整能力をこえる環境において、着衣の熱・水分移動性能が寄与する要因であることは周知のことである。被服のデザインや素材特性が着衣を通して熱水分移動性能にどのように影響をおよぼすか検証することがそれらの温熱的快適性への影響を明らかにすることに繋がる。透湿防水布を用いたアウトドア用パーカは、雨の侵入を防ぎつつ人体からの不感蒸散や発汗による水分をパーカ外に放出することが可能であり、従来のものと比べ快適性は向上している。しかし激しい運動時、また多量の発汗時には素材を通しての水分移動だけでは十分とは言い難い。そこでパーカの背部に換気口を設けパーカ内外の換気を促すことで快適性の向上に繋がると考えられる。本研究では換気口の設けてある、高透湿と中透湿の透湿防水布を用いたアウトドア用パーカ 2 種類を用意し、アウトドア用パーカのデザインとして換気口の開閉、素材特性として透湿性のレベルがどのように温熱的快適性に影響をおよぼすのか、被験者実験を実施し明らかにすることを目的とする。

【研究方法】　以下の条件で被験者実験を実施した。実験の手順を Table 1 に示す。

調査対象・調査期間：健康な男子学生 7 名(年齢 21.9±0.7,BMI21.2±3.4)・2013 年 10 月

着衣条件：換気口のデザイン；閉鎖・開口、素材条件；高透湿・中透湿

環境：本学 VBL 棟、人工気候室にて温度 25℃、湿度 60%RH に設定

計測項目：皮膚温 7 点(前額・前腕・手甲・上腹・大腿・下腿・足甲),耳孔内温,熱流 6 点（胸・上腹・上背・右中背・左中背・下背）,衣服内温湿度 3 点(胸・上背・下背),心拍数、運動強度、局所発汗量 2 点(胸・上背・下背)

算出項目：熱通過率：放熱量と環境温、皮膚温より算出
蒸発熱伝達率：蒸発放熱量と環境、衣服内の絶対湿度より算出
平均皮膚温－上記皮膚温 7 点から Hardy-DuBois の 7 点法を用い算出

主観申告項目：温冷感・湿潤感・快適感・べとつき感・蒸れ感について（5 分間隔）

Table1　実験のタイムテーブル

主観申告	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
経過時間(分)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
被験者活動	座位安静 10 分			早足歩行（6km/h）15 分			座位安静 20 分			

【結果および考察】

・熱通過率　総熱通過率では有意差が認められなかったため部位毎に 5 分間隔で換気口の条件別に熱通過率を比較し、抜粋したものを Fig.1 に示す。運動時に換気口付近の左中背部、開口条件で熱通過率が有意に上回る結果となった。開口することで歩行動作によるふいご効果が増大し着衣内に生じる対流が向上して熱通過率に影響を与えた結果と言える。

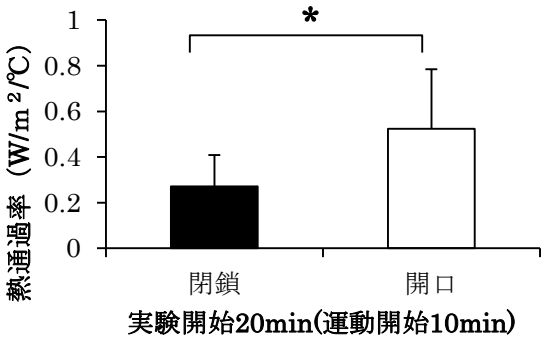

Fig. 1　換気口条件が部位の熱通過率におよぼす効果　（左中背部・運動開始 10min）＊：p<0.05

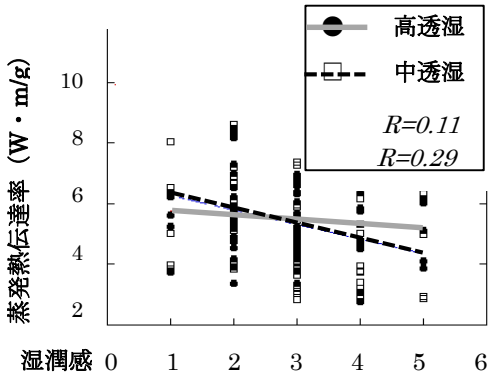

Fig.3 湿潤感と蒸発熱伝達率の関係（回復期における素材条件の比較）

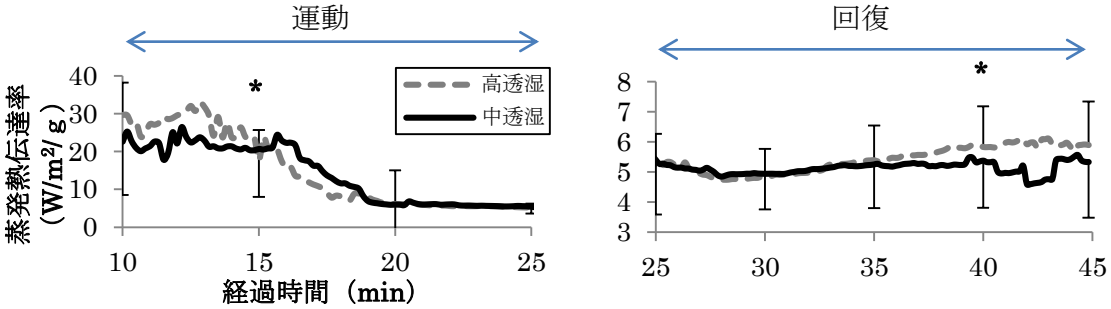

Fig.2 下背部蒸発熱伝達率・素材がおよぼす効果　＊：p<0.05

・蒸発熱伝達率　蒸発熱伝達率について、素材条件で比較した結果を Fig.2 に示す。Fig.2 より、運動開始 5 分時と回復期後半で高透湿が有意に中透湿を上回っていることがわかる。高透湿において、発汗が多量でない運動初期にはその効果を発揮し効率よくパーカ内の水分を放出、回復期後期においては運動により生じた水分をパーカ外に放出している結果と言える。

・主観申告と熱水分移動　主観申告同士を重回帰分析したところ、運動時には温冷感・蒸れ感が、回復期には湿潤感・べとつき感が寄与することが明らかとなった。そこで Fig.3 に回復期における湿潤感と蒸発熱伝達率の散布図を示す。高透湿時には相関が弱まり、水分移動の支配が弱まることがわかる。重回帰分析の結果からも、回復期における湿潤感と中透湿時の標準化係数 β が-0.74 であるのに対し、高透湿時には-0.37 に弱まり、回復期・高透湿条件時には水分移動が支配的ではなくなることが明らかにされた。

【まとめと課題】

デザインとしての換気口の開口による効果は運動時に表れ、素材特性である透湿防水布による効果は運動初期および回復期に表れることが明らかにされた。透湿性の効果は多量の発汗時には表れず、運動時にパーカ内を快適に保つには換気口の配置が重要となると言える。熱通過率において総熱通過率では有意差が認められなかったものの、換気口付近の中背部で有意に効果的であることから、背部に設けた換気口だけでは不十分と言える。今後、換気口の配置を検討することがさらなる快適性向上に繋がると考える。