

サーモグラフィによる温度計測

2021年9月10日

一般社団法人 日本靴協会 ランドセル工業会

1. 概要

近年、ある自治体より「子供が背負うランドセルは、暑い。」との意見を頂戴し、熱工学の専門である愛知工業大学 工学部機械学科 牧野 敦 教授のご指導の下、実態調査を行ったものである。

2. 測定方法

試料の使用前後での、人体表面の温度をサーモグラフィを用いて測定した。

- 1) まず安静にした状態で、試料使用前のサーモグラフィ画像を撮影
- 2) 被験者が試料(ランドセル)を着用して約15分間*1 歩行動作を実施
- 3) 試料を外して速やかに使用後のサーモグラフィを撮影

*1 約15分間は、現小学生の平均通学距離をもとに設定した。

撮影条件：被験者（立位）の上半身を背面から撮影 （モデル：被験者A）



3. 使用装置

赤外線熱画像測定装置（サーモグラフィ）

メーカー：日本アビオニクス(株)

型番：TH9260

放射率設定：0.90、測定レンジ：-20～60℃

4. 測定日時

2021年8月16日(月) 9:30～12:00頃

5. 測定場所

名古屋市工業研究所 第5会議室
室温（空調なし） 約26～28℃

6. 被験者

2名

被験者A・・・小学4年生 女児 身長134cm 体重27kg

被験者B・・・小学3年生 女児 身長127m 体重24kg

（以下、被験者A、Bと表記する。）

7. 試料

4個 それぞれに約2kgの重りを入れる。

①ランドセル（本体：牛革、背中：ソフト牛革、重量：約1,590g）

肩ベルト付け位置：上から4つ目。（肩ベルト有効長さ：約55cm）

②ランドセル（本体：人工皮革、背中：人工皮革、重量：約1,150g）

肩ベルト付け位置：上から4つ目。（肩ベルト有効長さ：約55cm）

③ランリュック（本体：1680D ナイロン/PVC、背中：1680D ナイロン/PVC、重量：約1,000g）

肩ベルト有効長さ：約55cm。

④リュック（本体：ポリエステル、背中：ポリエステルメッシュ、重量：約400g）

肩ベルト有効長さ：約55cm。

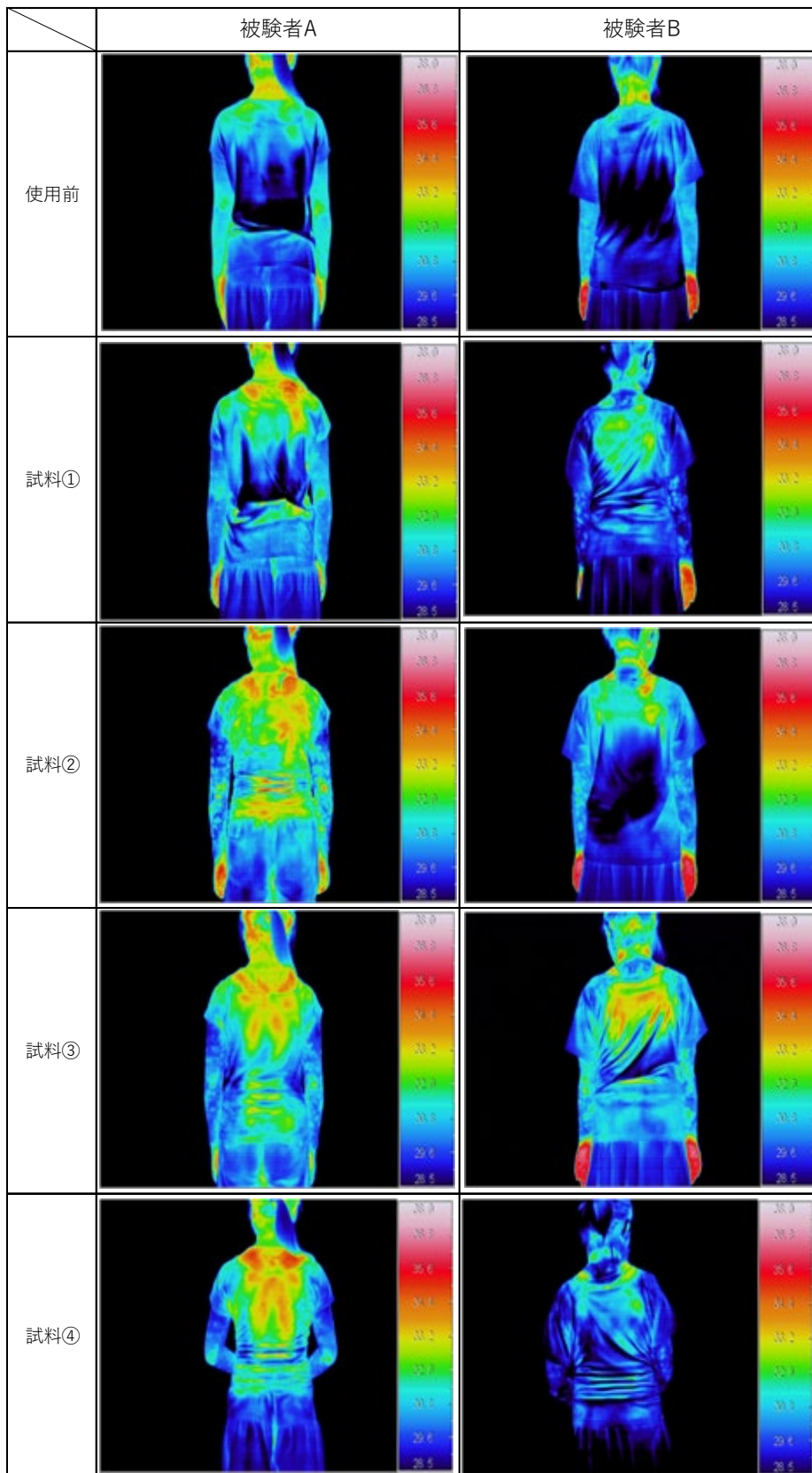
※以下、試料の表示は、上記の順に①、②、③、④と記す。

※肩ベルト有効長さとは、背負う際にベルトとして効力を発揮する長さで、カバン本体と接する上部と下部の間のベルトの長さとする。



8. 測定結果

サーモグラフィによる温度測定結果



被験者 A、B ともに試料使用後は、背面温度の上昇が見られる。

<被験者 A に関して>

試料①が温度上昇している面積が最も少なく、試料②、試料③、試料④の順で背面の温度上昇している面積が広がる結果となった。温度上昇の値に関しては、どれも同じような結果となった。

<被験者 B に関して>

試料①および試料②に比べ、試料③では、背面部分の温度上昇の面積および値が、共にもっとも高い結果となった。試料④では、計測中に試料が動いてしまったため、温度上昇がない結果となった。背面の温度上昇した面積は、どれも同じような結果となった。

9. 講評

愛知工業大学
工学部 機械学科
牧野 敦

小学生の被験者が試料を背負い、15 分間歩行した後に、試料と接していた背中中の温度分布をサーモグラフィにて可視化・測定するとの一連の手順の下、温度上昇の違いを 4 種類の試料を用いて実証的に確かめる実験が行われた。これまで実証的に検証されることがなく、予測のみで推察されてきた背中中の温度上昇について、これを科学的に調査しようと尽力された点に敬意を表したい。

子供の体型に合った物品が使用されるということが大前提ではあるが、これがおおむね満足されたと推察される被験者 A の場合においては、温度上昇が生じる面積、ならびに温度上昇の程度は、試料①、②、③、④の順で大きくなっている。ただし、温度上昇の領域が肩のあたりに集中していることから、試料を背負うためのベルトが身体にしっかりと密着していたことがうかがい知れる。

被験者 B についても、小学校の通学用として多く用いられている試料①、②、③に限定すれば、温度上昇の面積ならびにその上昇の程度は、試料①、②、③の順で大きくなっており、この傾向は被験者 A の場合と同様である。

なお、試料④を使用した際の差異が、被験者 A と被験者 B とで顕著であるが、これについては、体型に合わない大きな物品を被験者 B が使用したことで、移動中における試料のズレとか肩からの脱落とかで、試料位置の調整がたびたび必要となったとのことで、これにより背面における密着の度合いが低下し、温度の上昇が抑制されたと考えられる。

試料③を使用した際に観察された温度上昇の領域拡大については、試料③の素材が、試料①や②の素材に比べて比較的柔軟な繊維素材であるため、試料と背中中の密着の度合いが増大し、これにより熱を逃がしにくい空気層が付加的に形成された様相となり、しかも、移動中はこの薄い空気層が残留し続けるため、温度の上昇が促されたと考えられる。

試料②を使用した際に観察された温度上昇の領域拡大については、被験者 A では多少なりとも顕著であるが、被験者 B ではほとんど差異がないとの結果となっている。ランドセルの背中側の形状は一般に平板状で、試料と背中中の密着を防止する構造となっている。このため、試料と背中の中に生じた空間が適切であれば、試料の揺れにともない空気の流動も促されるし、これにより熱を逃がすことにもなり、温度の上昇が抑制されることとなる。裏を返せば、試料を交換した際に、調整不十分で、あまりにもフィットし過ぎという状況であれば、適度な空間が試料と背中の中に確保できなくなり、その結果として

空気の流動が妨げられ、温度の上昇が引き起こされるということも考えられる。

いずれにしても、試料①については、温度上昇の領域面積が最小。しかもその上昇幅も最小であったことから、この試料では、試料と背中の中に適度な空間が確保されており、これにより空気の流動が促され、温度上昇が抑制されたものと推察される。

10. まとめ

今回の結果および「9. 講評」を受けランドセル工業会としては、通学時に使用する背負いカバンでは、ランドセルが決して暑さを感じやすいものではなく、むしろ他の背負いカバンに比べ、温度上昇する面積や数値が小さいものであると判断する。134年続くランドセルは、時代とともに変化する環境に順応し、小学生にとって最適な通学鞆として常に改良され進化しているものである。

以上