

論文内容の要旨

申請者氏名

今井 素恵

本論文では、今日の密着性の高い衣服の着装実態において、衣服下微小空隙の熱伝達特性から保温性を考慮した着装を考え、衣生活環境に役立てることを目的とすると述べている。

快適性を考慮した衣生活環境および被服設計を考える上で、着衣時の衣服と皮膚表面との間の空気層は、衣服のシルエットや着脱のし易さ、身体の可動域を確保するために必要な動作に適応するためのゆとりとされている。このゆとりは、着装感や温冷感、快適感などの熱移動に関わる空気層としての機能を持っている。

近年、着衣の断熱性評価については、衣服素材そのものの熱伝達特性のみならず、人体の局所部位別に熱コンダクタンスを評価することが要求され、着衣を考える上でのさまざまな要素を個別に表現する試みがなされている。これら要素のうち、衣服下空気層での熱伝達特性が人体の熱生産と熱放散に深く関わっており、衣内微気候に多大な影響をおよぼすことが明らかにされている。従前の研究では、空気層厚さが1mmでは対流による熱伝達は無視できるとされてきた。加えて、空気層が1mm以下では、伝導と熱放射で熱伝達するとして取り扱いがされてきた。

今日の皮膚表面に密着性の高い肌着等の衣服の着装行動においては、僅か数ミリ以下の微小空隙による空気層が形成されていると考えられる。この微小空隙内空気層の熱伝達について明確にしなければ、現代の着装実態に応じた着装感や温冷感、快適感などの人間の感覚に影響する問題を正確に取り扱いできないと考えられる。また、衣服下微小空隙内の空気層においてもふいご効果の影響を受けるため、閉鎖系と開放系空隙の空気層を考えなければならない。そして、下着が皮膚表面側に密着している場合と上着側に密着している場合が想定され、どちらに密着させると保温性が高く、温かく快適に過ごすことができるかを考えなければならない。

そこで、本研究では、今日の皮膚表面に密着性の高い衣服の着装実態において、衣服下微小空隙の熱伝達特性から衣服の保温性を考慮した着装を考え、衣生活環境に役立てるために、衣生活環境における衣服の保温性と衣服下空隙内空気層の熱伝達特性について検討している。衣服の保温性を考慮した衣生活環境のためには、これまでに明らかにされていなかった衣服下微小環境である空気層の熱伝達特性を明らかにすることが重要であると述べている。

本論文は、6章により構成されている。

第1章の序論では、本研究の背景を述べ、本研究に関する従前の研究をレビューし、本研究の目的と概要について述べている。

第2章の鉛直型熱移動測定装置の開発と総合熱伝達係数の算出では、衣服下微小空隙内空気層の熱伝達を明らかにするため、鉛直型熱移動測定装置を開発し、空隙可変熱伝達測定ユニットの設計および測定方法を示している。そして、衣服下微小空隙内空気層の総合熱伝達係数等の算出方法について示している。

第3章の衣服下微小空隙内空気層の熱伝達では、着衣時に生じる衣服下微小空隙内空気層が着衣時の熱伝達におよぼす影響を検討するために、閉鎖系と開放系の1mm以下の空隙内空気層の放熱量におよぼす空隙厚さの影響と熱伝達特性を示している。閉鎖系空気層での放熱は空隙内空気層の水平方向への熱伝達によるものであるが、開放系空気層での放熱

は開口部への鉛直方向の熱伝達も存在することを示している。空気の流動(揺らぎ)の影響を受けた熱伝達により熱が移動することを示している。

第4章の布の挿入が衣服下微小空隙内空気層の熱伝達に及ぼす影響では、衣服下微小空隙内空気層の熱伝達を明らかにするために、10mm以下の閉鎖系と開放系の空気層に布(羊毛布)を挿入し、空気層の熱伝達の性状について検討している。10mm以下の閉鎖系と開放系では、空気の流動による外部空間への熱移動があることを示し、空気層に布を挿入すると保温性が高まることとしている。

第5章の布を挿入する位置が非通気性の衣服下微小空隙内空気層の熱伝達に及ぼす影響では、布を挿入する位置が空気層の熱伝達に及ぼす影響を明らかにするために、含気率の異なる羊毛布と芯地を挿入した空気層の熱伝達特性について検討している。閉鎖系と開放系の空気層とも、空気層の低温側よりも高温側に布を挿入した方の保温性が高くなることを示している。そして、通気性が高く糸密度が低い芯地よりも通気性が低く糸密度が高い羊毛布を挿入した方の保温性が高くなることを示している。

第6章の結論では、衣生活環境における衣服の保温性と衣服下微小空隙の熱伝達の影響について総括し、今後の研究に対する課題について述べている。

(注)

A4判縦置き横書きとする。

## 論文審査の要旨

申請者氏名

今井 素恵

衣服設計をする際には、着装をした状態での衣服の保温性能を明らかにすることが不可欠である。着装の変化や衣服のゆとりが熱交換におよぼす影響を、衣服の組み合わせの基礎資料として取り入れることが、衣服設計と衣服選択の行動性体温調節に寄与できるといえる。このような背景を基に、本論文では、衣服素材と着装のゆとり、保温表面に着目し、衣服内の空気層の挙動を衣服設計の基礎資料として定量的に呈示することを目的とすると述べている。本論文は以下の6章より構成されている。

第1章では、本研究の背景及び目的を述べ、先行研究を整理し研究の位置づけをおこなひ、本研究の方法と範囲を示している。

第2章では、微小空気層の熱伝達を実測可能な温水循環型の実験装置の開発をしている。そして、熱交換量と熱伝達率の導出方法を提案し、本研究における実験手法と解析手法について明らかにしている。

第3章では、微小空気層における対流熱交換について検討している。既往の研究では微小空気層内での対流熱交換は無視できるとされてきたが、1mm以下の閉鎖と開放空気層とも、空気の流動による対流熱交換が存在することを実証している。身体に密着する衣服の着装を鑑みると、衣服の熱抵抗の算定手法に留意する必要があるとしている。

第4章では、第3章の実証実験により微小空気層の熱交換の挙動が従前の研究成果と異なることを実証したことを受け、身体に密着した衣服環境を想定した熱交換の性状を検討している。空気の流動を阻害すると考えられる粗度と含気率が高い繊維材料を想定したウールを挿入した閉鎖と開放空気層とも、空気の流動による対流熱交換が存在することを実証している。そして、開放空気層では外部空間への熱交換が存在することを示している。加えて、空気層が3mm程度以下では、空気の流動が顕著に大きくなることを示している。身体に密着した衣服環境の保温性を高めるには、空気の流動を阻害する素材で静止空気層を形成することが有効であることを明らかにしている。

第5章では、含気率と保温表面の違いが、対流熱交換におよぼす影響を検討している。皮膚表面となる高温面に密着させる方がより高い保温性能が発揮できることを実証している。そして、含気率が低いポリエステル素材よりも含気率が高いウール素材の方がより空気の流動を阻害するために、保温性を高めることを明らかにしている。

第6章では、各章で得られた知見を総括し結論としている。そして、今後の課題と展望を示している。

本論文は、着装や衣服のゆとりなどの被服設計に寄与するものと考ええる。以上のように、密着性の高い着装の変化が経路別の熱交換におよぼす影響を明確にし、微小空気層が衣服の保温性を高めることを定量的に明らかにしたものであり、生活科学のおよび被服学的に価値あるものと考えられ、博士（人間生活科学）の学位にふさわしいものと認める。

よって、本論文は博士（人間生活科学）の学位論文として価値あるものと認める。

## （試験の結果の要旨）

なお、令和6年2月19日、論文及びそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（人間生活科学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

（注）

- 1 A4判縦置き横書きとする。
- 2 学位授与の要件が大学院学則第13条第2項による場合は、本様式中「（試験の結果の要旨）…」以後の文言は削除し、これに代わり様式第4号の5を添付する。