

京都大学	博士 (工学)	氏名	LIU HAN
論文題目	Prediction of Age-related Physiological Response in Bathing Thermal Environment Using Thermo-cardiovascular Regulation Model (人体熱及び心血管制御モデルを用いた入浴時の熱環境における加齢に伴う生理反応の予測)		
<p>本論文では、安全で健康かつ快適な入浴を実現するための温熱環境評価法を確立することを目的とし、上半身は空気に触れ、下半身は湯に浸かる不均一な入浴温熱環境における人体の生理反応を加齢による違いを考慮し予測する人体の熱及び心血管の制御を統合したモデルを作成し、年齢の異なる被験者の入浴実験とモデル解析により同モデルの検証を行ったものである。</p> <p>第1章では、国内における高齢者の入浴に伴う死亡事故が冬期に多いことから、安全で健康な入浴時の温熱環境の評価と設計方法の確立の必要性を示し、入浴における生理反応、人体熱制御モデル及び人体心血管制御モデルの既往研究を整理し、本研究の目的と論文構成を述べた。</p> <p>第2章では、上半身は空気に触れ、下半身は湯に浸かる不均一な温熱環境における入浴中の皮膚温、体幹温、血圧、血流量を含む被験者の温熱感覚と温熱生理的応答を把握することと、本論文で提案する人体熱及び心血管制御モデルの予測の検証を行うために、50歳男性を対象とした冬期の入浴実験を行い、皮膚温、体幹温に加えて、血圧、血流を測定し、入浴中の生理反応の把握を行った。</p> <p>第3章では、入浴中の人体の生理反応を予測するために、Stolwijkモデルに基づく人体熱制御モデルと、Windkesselモデルに基づく血圧と血流を予測するための人体心血管制御モデルを統合して人体熱及び心血管制御モデルを提案した。</p> <p>第4章では、提案した人体熱及び心血管制御モデルを用いて第2章の入浴実験における入浴中の皮膚温、体温、血圧、血流量を含む被験者の温熱生理的応答を予測可能であることを示し、代謝量と心拍数の変化を考慮することで、人体熱及び心血管制御モデルの予測精度が向上することを明らかにした。</p> <p>第5章では、25歳、52歳、71歳の年齢の異なる3人の男性被験者を用いて入浴実験を行い、不均一な温熱環境における入浴中の温熱感覚と温熱生理的応答を把握し、被験者間の違いを比較した。同じ不均一な入浴環境において、高齢の被験者が若年の被験者より温熱感覚と温熱生理的応答が遅いこと、短時間の入浴では、温熱生理的応答が遅れ、高齢の被験者は、若年の被験者よりも熱的な健康リスクが低いことを明らかにした。</p> <p>第6章では、第3章及び第4章で作成された人体熱及び心血管制御モデルを用いて、第5章の年齢の異なる被験者の実験結果の再現性について検討を行い、加齢に関連する生理学的パラメータとして代謝量、発汗閾値体温、血液分布、動脈コンプライアンス、毛細血管抵抗について文献値を参考に調整を行い、局所皮膚温と頭部動静脈吻合血管の影響を考慮することで、25歳、52歳、71歳の被験者の温熱生理的応答の予測が概ね可能となることを明らかにした。</p> <p>第7章では、本論文で得られた結論を総括し、今後の研究課題について整理した。</p>			

(続紙 2)

氏名

LIU HAN

本論文では、安全で健康かつ快適な入浴を実現するための温熱環境評価法を確立することを目的とし、上半身は空気に触れ、下半身は湯に浸かる不均一な入浴温熱環境における年齢の異なる被験者の実験とモデル解析を行い得られた主な成果は次のとおりである。

1. 入浴中の人体の生理反応を予測するために、Stolwijk モデルに基づく人体熱制御モデルと、Windkessel モデルに基づく血圧と血流を予測するための人体心血管制御モデルを統合して人体熱及び心血管制御モデルを提案した。
2. 25 歳、52 歳、71 歳の年齢の異なる 3 人の男性被験者を用いて入浴実験を行い、不均一な温熱環境における入浴中の温熱感覚と生理反応を明らかにし、高齢の被験者が若年の被験者より温熱感覚と温熱生理的応答が遅いこと、短時間の入浴では、温熱生理的応答が遅れ、高齢の被験者は、若年の被験者よりも熱的な健康リスクが低いことを明らかにした。
3. 提案した人体熱及び心血管制御モデルを用いて、25 歳、52 歳、71 歳の年齢の異なる被験者の実験結果の予測について検討を行い、加齢に関連する生理学的パラメータとして代謝量、発汗閾値体温、血液分布、動脈コンプライアンス、毛細血管抵抗について文献値を参考に調整を行い、局所皮膚温と頭部動静脈吻合血管の影響を考慮することで、各被験者の温熱生理的応答が概ね予測可能となることを明らかにした。

本論文は、安全で健康かつ快適な入浴を実現するための温熱環境評価法を確立するための加齢を考慮した人体熱及び心血管制御モデルを用いた入浴時の熱環境における生理反応の予測を概ね可能にしており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和 6 年 2 月 9 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。