

学 位 論 文 題 名

温熱環境に対する仰臥姿勢の 人体の生理心理反応に関する研究

学位論文内容の要旨

快適な温熱環境を得るために、人体は自律性の体温調節と行動性の体温調節を行っている。すなわち、人体は自律性体温調節により、暑いときには手足など体の末梢の血流を増やすことで放射や対流による体からの放熱を促進し、発汗により蒸発による放熱を増加させる。また、立位姿勢や椅座姿勢の人は、衣服を脱いだり空調機器の設定温度を変更したりするなどの行動性の体温調節により、体からの放熱量を増加させて涼しさを得る。しかしながら、病院で人工透析をしている患者などは、覚醒状態にありながら衣服の着脱や空調機器の設定温度の変更が難しく、与えられた温熱環境を受け入れざるを得ないことがある。また、人体が睡眠状態である場合も、無意識な人体が十分な行動性の体温調節を行うことは難しい。さらに、睡眠が REM 期である場合、自律性体温調節機能も弱く、体温は周辺の温熱環境の影響を受けやすくなる。

しかしながら、覚醒時の温熱環境に関する既往の研究は、調査の対象が立位姿勢や椅座姿勢の場合が多く、仰臥姿勢の人体を対象とした研究は少ない。また、睡眠時の温熱環境に関する既往の研究は、室温、湿度、気流に着目する場合が多く、冷房方式そのものに着目した研究は少ない。さらに、実験や調査の条件が異なるため、既往の研究成果を単純に比較することはできない。そこで、本研究では、対流式冷房と天井放射冷房について、冷房方式の違いによる覚醒時と睡眠時の生理心理反応を一連の実験を基に比較することを目的とする。

本論文は、以下の第 1 章から第 6 章で構成されている。

第 1 章「序論」では、冷房環境が人体に及ぼす影響を生理的・心理的に評価し、冷房方式の違いによる覚醒時と睡眠時の生理心理反応を比較する本研究の目的および意義を述べている。また、冷房環境を評価・検討した既往の研究を文献調査し、仰臥姿勢の人体を対象とした研究が僅少であることを明らかにしている。これらを前提として、本研究の方法と範囲を明らかにしている。

第 2 章「暑熱環境に関する生理学・心理学・評価指標」では、人体と周辺の温熱環境との間で行われる熱収支を提示し、各放熱経路の熱交換量を算出するための理論を示している。さらに、温熱環境に対する人体の生理心理反応および温熱環境の評価指標についてその概要を示している。

第 3 章「実験概要」では、実験方法や測定項目、実験室の概要などを示し、実験の概要を明確にしている。また、実験で被験者が暴露される温熱環境が本研究で想定した実験条件を満足したことを明らかにしている。

第 4 章「温熱環境に対する覚醒時の仰臥姿勢の人体の生理心理反応」では、対流式冷房と天井放射冷房について、冷房方式の違いによる覚醒時の生理心理反応を比較することを目的とし、皮膚温や放熱量、体動や自律神経系などの生理反応に加え、全身温冷感などの心理反応を、一連の実験により

検討している。その結果、全身温冷感が熱的中立となる室温は、いずれの冷房方式を用いた場合でもおよそ 28.3～28.5℃となることを明らかにしている。その一方で、入室時の全身温冷感と長時間滞在時の全身温冷感とでは、少なくとも熱的中立となる室温から上下に 2℃の範囲内では、長時間滞在時に入室時の全身温冷感より寒い側の感覚となることを明らかにしている。皮膚は発汗や血流量調節などにより周辺環境に対する放熱量を制御する機構は備わっているが、周辺環境から熱を取り入れる機構が備わっていない。すなわち、皮膚は、放熱が過多となることを過少となることより強く防ぐために、長時間滞在時にはより寒い側の感覚を生じさせていると考えることができる。

第 5 章「温熱環境に対する睡眠時の仰臥姿勢の人体の生理心理反応」では、冷房方式の違いによる睡眠時の生理心理反応を比較することを目的とし、皮膚温や放熱量、体動や自律神経系などの生理反応に加え、起床時の睡眠感として主観的睡眠感を、一連の実験により検討している。その結果、天井放射冷房を用いた室内での睡眠時には、室温がおよそ 27.1℃～28.0℃で主観的睡眠感の標準化得点が高く、対流式冷房を用いた室内での睡眠時には、室温がおよそ 25.8℃～27.0℃とするときに標準化得点が高いことを明らかにしている。その一方で、各部位からの放熱のうち、大腿や下腿といった脚部からの放熱が少ないほど体動が多く発生し、逆に腹の放熱が多いほど体動が多く発生することを明らかにしている。すなわち、脚部からの放熱が少ない場合には、寝床内の換気や自ら背面の温度で温めた位置からの移動を目的とした体動が生じ、腹からの放熱が多い場合には、放熱面積を小さくするために体を丸める際に体動が生じることを明らかにしている。

第 6 章「結論」では、各章で述べてきた結果を総括して結論とし、今後の研究に関する課題と将来への展望について述べている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 羽 山 広 文

副 査 教 授 横 山 眞太郎

副 査 教 授 長 野 克 則

学 位 論 文 題 名

温熱環境に対する仰臥姿勢の 人体の生理心理反応に関する研究

快適な温熱環境を得るために、人体は自律性の体温調節と行動性の体温調節を行っている。すなわち、人体は自律性体温調節により、暑いときには手足など体の末梢の血流を増やすことで放射や対流による体からの放熱を促進し、発汗により蒸発による放熱を増加させる。また、立位姿勢や椅座姿勢の人は、衣服を脱いだり空調機器の設定温度を変更したりするなどの行動性の体温調節により、体からの放熱量を増加させて涼しさを得る。しかしながら、病院で人工透析をしている患者などは、覚醒状態にありながら衣服の着脱や空調機器の設定温度の変更が難しく、与えられた温熱環境を受け入れざるを得ないことがある。また、人体が睡眠状態である場合も、無意識な人体が十分な行動性の体温調節を行うことは難しい。さらに、睡眠が REM 期である場合、自律性体温調節機能も弱く、体温は周辺の温熱環境の影響を受けやすくなる。

本研究では、対流式冷房と天井放射冷房について、冷房方式の違いによる覚醒時と睡眠時の生理心理反応を一連の実験を基に比較することを目的とした。

本論文は、以下の第 1 章から第 6 章で構成されている。

第 1 章「序論」では、冷房環境が人体に及ぼす影響を生理的・心理的に評価し、冷房方式の違いによる覚醒時と睡眠時の生理心理反応を比較する本研究の目的および意義を述べている。また、冷房環境を評価・検討した既往の研究を文献調査し、仰臥姿勢の人体を対象とした研究が僅少であることを明らかにしている。これらを前提として、本研究の方法と範囲を明らかにしている。

第 2 章「暑熱環境に関する生理学・心理学・評価指標」では、人体と周辺の温熱環境との間で行われる熱収支を提示し、各放熱経路の熱交換量を算出するための理論を示している。さらに、温熱環境に対する人体の生理心理反応および温熱環境の評価指標についてその概要を示している。

第 3 章「実験概要」では、実験方法や測定項目、実験室の概要などを示し、実験の概要を明確にしている。また、実験で被験者が暴露される温熱環境が本研究で想定した実験条件を満足したことを明らかにしている。

第 4 章「温熱環境に対する覚醒時の仰臥姿勢の人体の生理心理反応」では、対流式冷房と天井放射冷房について、冷房方式の違いによる覚醒時の生理心理反応を比較することを目的とし、皮膚温や放熱量、体動や自律神経系などの生理反応に加え、全身温冷感などの心理反応を、一連の実験により

検討している。その結果、全身温冷感が熱的中立となる室温は、いずれの冷房方式を用いた場合でもおよそ 28.3~28.5℃となることを明らかにしている。その一方で、入室時の全身温冷感と長時間滞在時の全身温冷感とでは、少なくとも熱的中立となる室温から上下に 2℃の範囲内では、長時間滞在時に入室時の全身温冷感より寒い側の感覚となることを明らかにしている。皮膚は発汗や血流量調節などにより周辺環境に対する放熱量を制御する機構は備わっているが、周辺環境から熱を取り入れる機構が備わっていない。すなわち、皮膚は、放熱が過多となることを過少となることより強く防ぐために、長時間滞在時にはより寒い側の感覚を生じさせていると考えることができる。

第 5 章「温熱環境に対する睡眠時の仰臥姿勢の人体の生理心理反応」では、冷房方式の違いによる睡眠時の生理心理反応を比較することを目的とし、皮膚温や放熱量、体動や自律神経系などの生理反応に加え、起床時の睡眠感として主観的睡眠感を、一連の実験により検討している。その結果、天井放射冷房を用いた室内での睡眠時には、室温がおよそ 27.1℃~28.0℃で主観的睡眠感の標準化得点が高く、対流式冷房を用いた室内での睡眠時には、室温がおよそ 25.8℃~27.0℃とするときに標準化得点が高いことを明らかにしている。その一方で、各部位からの放熱のうち、大腿や下腿といった脚部からの放熱が少ないほど体動が多く発生し、逆に腹の放熱が多いほど体動が多く発生することを明らかにしている。すなわち、脚部からの放熱が少ない場合には、寝床内の換気や自ら背面の温度で温めた位置からの移動を目的とした体動が生じ、腹からの放熱が多い場合には、放熱面積を小さくするために体を丸める際に体動が生じることを明らかにしている。

第 6 章「結論」では、各章で述べてきた結果を総括して結論とし、今後の研究に関する課題と将来への展望について述べている。

これを要するに、本論文は、覚醒状態と睡眠状態にある仰臥姿勢の人体について、複数の冷房方式に暴露されることに対する生理的・心理的な温熱環境の評価の違いを基に、人体の覚醒状態ごとの至適温熱環境を提案するものである。本研究の成果は、空気調和システム設計への適用が可能な知見であるとともに、建築環境学、建築設備学の発展に大きく寄与するものである。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。