

【学園研 B】

1. 研究課題名

床暖房設備の体感温度制御範囲に関する研究

2. 研究代表者名

所属学部： 生活科学部 職名 教授 氏名 藏 澄 美 仁

3. 研究分担者

所 属： 職 名 氏 名

所 属： 職 名 氏 名

所 属： 職 名 氏 名

4. 研究成果の概要 (1, 200字程度で記入。ただし、図・グラフは使わないこと)

1. はじめに

放射床暖房がおこなわれている空間では、放射源の伝熱面積が著しく大きくなり平座位や臥位姿勢では人体側の伝導伝熱面積も顕著に大きくなる。したがって、熱伝導や熱放射の影響は無視し難く、人体の温冷感や熱的快適感に与える影響は通常の気温のみを制御対象とする空間に比較して強くなる。すなわち、床暖房環境では、熱放射と熱伝導を定量的に把握することが温熱環境の制御には不可欠である。居住空間の温熱環境評価には立位や椅座位といった姿勢が対象とされている。しかし、日本における居住空間では、より実態に則した床座位などの姿勢にて温熱環境評価をすることが不可欠である。

欧米での住宅内の生活はオフィス空間と同様に椅座位姿勢が中心であり、従来の研究成果の利用が可能と考えられるが、日本での住宅内の生活では、姿勢と熱伝導というこれまでにあまり検討の対象とされてこなかった課題を定量的に明らかにする必要がある。既往の研究成果を統合し、ASHRAE Handbook Fundamentals(ASHRAE, 2005)には不満足率などを基準とした快適範囲が提案されている。しかし、放射の不均一性に着目したもので、熱伝導の影響を組込んだ人体の熱収支を捉えたものではない。また、床暖房のアメニティ評価に関する研究(4)委員会報告書(空調和・衛生工学会床暖房のアメニティ評価に関する研究(4)委員会, 1994)には、既往の研究成果を統合し快適範囲が提案されている。しかし、熱伝導の影響を組込んだ人体の熱収支を捉えたものではない。

そこで、本研究では、放射床暖房設備に関連して、人体の快適域から温熱環境の制御範囲を提案し、その省エネルギー性を明確にすることを目的とした。

2. 研究計画

実験は人工気候室内に放射パネルを設置したブース式の曝露空間を用いておこなった。実験に用いる曝露空間の周囲壁面には天井・壁表面温を気温と同一とするために薄手のカーテンで覆った。床暖房パネルの仕上げ材にはリノリウムを用いた。

設定温熱環境条件には安静人体がふるえや無効発汗を生じない範囲の条件設定とした。温熱環境条件は気温が13.0、16.0、19.0、21.0、24.0℃の5段階の床表面温と気温が等しい均一温熱環境条件と、床表面温が18.0、22.0、26.0、30.0、34.0℃の床からの熱放射と熱伝導がある気温と床表面温とを組み合わせさせた温熱環境条件とした。床表面温が気温より条件設定はおこなわない。いずれの条件とも風速(0.2m/s以下の静穏な気流)と相対湿度(60%RH)は一定とした。

被験者の着衣条件はコットン100%の素材の長袖スウェットシャツと長ズボン、パンティ、ブラジャー、ソックスのみとした。パンティとブラジャーについては統一が困難であるので被験者が用意したものをを使用した。作業

状態は安静とした。被験者の実験中の姿勢は投げ足位とした。姿勢の定義と維持は蔵澄ら(2003)に従った。

被験者は健康な成人女性2名程度とした。Rohrer indexからみた被験者の体型は標準型であった。国民栄養調査の被験者の年齢に対応した全国平均値との比較では、身長・体重ともほぼ標準偏差内の数値を示し、特異な体格の被験者ではなかった。被験者には事前に実験内容を十分に説明し、実験に参加することの同意を得た。

温熱環境条件として気温と湿度、風速、鉛直方向の気温分布、室内構成各面の表面温度、人体と床面との接触部に該当するリノリウムの底面温度を測定した。

心理的反応をみるために、温冷感(寒い-暑い)と快適感(不快-快適)を直線評定尺度により測定間隔10分にて心理反応を測定した。各尺度とも方向のみが与えられ、それぞれの端点を0と100という任意数値を与えて申告値を読み取った。

### 3. 結果および考察

気温と床温はいずれの実験とも温熱環境条件を満たしていた。また、風速はいずれの実験とも0.1m/s未満であった。一方、天井表面温は設定温熱環境条件よりも顕著に高い結果となった。これは、狭小な曝露室内で昇温した空気が天井付近に滞留したことが影響したと考えられる。しかし、曝露時間中ほぼ一定値を示していることより曝露室は一定の温熱環境制御がされたといえる。そして、人体の介在する鉛直分布ではいずれの実験ともほぼ温熱環境条件を満たしていた。以後の考察では平均放射温度の算出に天井表面温度も検討の対象とする。相対湿度は設定温熱環境条件よりも顕著に低くなった条件があった。しかし、曝露時間中ほぼ一定値を示していることより、曝露室は一定の温熱環境制御がされたといえる。したがって、温熱環境はほぼ設定条件を満たしていたと考えられる。

人体の快適範囲を探索するには、温冷感申告値と快適感申告値との関係を明らかにすることが不可欠である。そこで、温冷感申告値と快適感申告値との関係を散布図で示す(図は省略)。本研究の条件設定の範囲では暑くて不快な領域の申告が少ない結果となった。したがって、回歸線に外挿の範囲が存在することとなった。回歸線に着目すると、最も快適感申告値が高くなる温冷感申告値は暑くも寒くもない熱的中立を示す50より若干低めにあることが示されている。本研究の姿勢が投げ足位であり、床面との接触による熱伝導の局所加熱が影響し、全身の温冷感申告値が低い傾向を好んだものと推察される。快適感申告値が50以上を申告する温冷感申告値を床温と気温の組み合わせを回歸線より求めると、全実験データからは温冷感申告値が37~62を得た。

### 4. おわりに

床暖房の至適温熱環境範囲を提案するために、女性被験者2名を用いた被験者実験をおこなった。冬季の人工気候室内に設けた床暖房パネルを設置したブース式実験室内で、床表面温と気温とを組み合わせた暖房条件の違いが人体に及ぼす影響を把握し、人体が床面から受ける接触熱伝導による加熱の効果により、室内空気温度をより低い側に設定でき、省エネルギーに寄与できる可能性を示した。

本研究で得られた快適温冷感申告値の範囲を至適温熱環境範囲として、体感温度指標と温冷感申告値との関係から至適な床暖房の範囲を求めることが可能となる。設備の快適制御範囲が明確となれば、冷温水発生装置の開発、床仕上げ材の開発など、省エネルギー性を兼ね備えた健康に配慮した開発につながり、ひいてはライフスタイルからの省エネルギー対策・ヒートアイランドの対策へと重要な成果の発信が可能と考えられる。

今後は、被験者数を増やすことで、データの蓄積を図り普遍的なデータの提示をする。そして、従来、熱伝導の環境要素を温熱評価に適應する環境指標はなかったが、現在開発中の伝導修正有効温度により、快適な温熱環境範囲を明確にする。

本研究は冬季の温熱環境を対象としたものである。人体には季節馴化する傾向があるために、環境条件を逸脱した季節に実験を遂行することは意味をなさない。したがって、冬季に実験をおこなう必要があるが、本研究助成の研究期間が実験途中で期限となる設定となっている。冬季の実験に配慮した助成期間の設定が必要であると考える。