

機関番号：24403

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700875

研究課題名(和文)住宅における熱中症対策のための台所空間温熱環境の設計法

研究課題名(英文) Design Method for Thermal Environment in Kitchen to avoid Heat Stroke in Residential Buildings

研究代表者

飛田 国人 (TOBITA, Kunihito)

大阪府立大学・現代システム科学域・准教授

研究者番号：40465919

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、熱中症患者が多い住宅の台所に関して、居住者意識と温熱環境、設備機器、周辺環境との関連を明らかにすることを目的とする。住宅を対象としたアンケート調査および温熱環境実測調査を実施し、居住者が「社会文化時間」「家事」「午前」の観点から温熱的快適性の重要度を判断していることを示した。また、炊事時には台所のWBGT値が熱中症の発症警戒域に達することを明らかにするとともに、居住者が暑熱環境を不快と認知していない危険性を示唆した。居住者の温熱感覚にエアコンの使用状況、調理器具、住宅周辺環境が影響していることを示した。

研究成果の概要(英文)：Thermal environment of the houses' kitchen was investigated in summer. This paper discussed indoor climate, the assessment and equipment of the kitchen. Factor analysis of the importance score of thermal comfort revealed three mutually independent factors that we named 'Sociocultural Time', 'Housework' and 'Morning'. When occupants are preparing main meals, the WBGT exceeds 25 degrees Celsius. The air-conditioning, cooking equipment and surrounding environment of the house influences occupants' thermal sensation.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：住環境 温熱環境 熱中症 住宅 台所

1. 研究開始当初の背景

熱中症による救急搬送患者数は2010年には53,000人を超え、そのうち46%が65歳以上の高齢者であった。さらに、発症した場合の重症例も高齢者が圧倒的に多く、熱中症による死亡者数では約70%が高齢者である。高齢者は心血管系疾患や腎疾患などの基礎疾患や老化により体温調節機能が低下しており、他の年齢層より熱中症を発症しやすい。

これまでの熱中症や暑熱環境に関する研究のほとんどが高熱作業や屋外でのスポーツを行なう者を対象としている。しかし、65歳未満の熱中症が自宅以外で発症することが多いのに対し、高齢者は自宅での発症が52%と発生状況が顕著に異なる。高齢者を対象とした研究が行われてこなかった理由としては、熱中症に起因する心不全などでの死亡者の死亡診断書は、1994年以前は「心不全」と書かれることが慣例化しており、熱中症の死亡者数が過少評価されていたこと、

熱中症は屋外、高熱作業所で起こるものだというイメージが先行し、過半数が住宅内で起こる高齢者の熱中症が着目されていなかったことが挙げられる。

熱中症・暑熱環境に関する初期の研究は、労働環境を対象として行なわれ、Belding & Hatch (Heating, Piping, and Air Conditioning, 1955) は高温作業環境や耐暑限界の予測に利用される HSI (Heat Stress Index) を考案した。Yaglou and Minard (Archives of Industrial Health, 1957) は、労働時の暑熱感・熱ストレスを評価する指標 WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) を作成した。WBGT は1982年に ISO-7243 として国際標準化機構でも標準化されている。また、暑熱環境の安全性評価に用いる人体温熱生理反応モデルとして、PHS (Predicted Heat Strain Model) (Malchaire et al., The Annals of Occupational Hygiene, 2001) があり、改訂 ISO7933 (2004) にも採用されている。

熱中症に関する医学・生理学的研究では、気温が30以上になると熱中症患者が急増すること(田村ほか、日生氣誌、1995)、気温や真夏日、熱帯夜の頻度などとの関連性が高いこと、女性に比べて男性での発生が高いことが報告されている(Nakai et al., Int. J. Biometeorology, 1999)。以上のような研究を基にして、スポーツ時の熱中症予防指針 (Hughson et al., The Physician and Sportsmedicine, 1983; 日本体育協会、熱中症予防のための運動指針、1994) が考案されている。

ところで、熱中症の発生原因は、熱波などによって生じる古典的なものと、激しい運動などによって生じる労作性のものとに区分される(Bracker, Clinical Sports Medicine, 1992)。労作性熱中症は若年層で多数発生する(星と稲葉、日生氣誌、2002b)が、高齢者の熱中症は非労作性の古典的な熱中症で、

重症例が多い(岩田ら、日本老年医学会雑誌、2008)。さらに、高齢者の熱中症事例の52%が自宅での日常生活に発生している(国立環境研究所)。したがって、屋外作業時・スポーツ時だけの熱中症予防では、高齢者の熱中症予防策として不十分と言わざるを得ない。日常生活全般を対象とした熱中症予防指針(日本生気象学会、2008)も作成されたが、住宅内での熱中症に関する高齢者の認知度が約65%、塩分補給の実施が22%(柴田ほか、日生氣誌、2010)という現状では、日常生活での熱中症予防法が市民に普及するには時間を要すると推測される。

住宅内での熱中症は台所、寝室で経験した者が多い(柴田ほか、日生氣誌、2010)。しかし、住宅の温熱環境に関する研究は居間や寝室に着目した研究が多く(吉野と長谷川、日本建築学会計画系論文報告集、1997; 浅輪ほか、日本建築学会計画系論文報告集、2003)、台所に着目した研究は少ない(瓦口、日本建築学会学術講演梗概集、1998; 占部と天川、日本建築学会学術講演梗概集、2006; 門司ほか、日本建築学会九州支部研究報告、2008)。また、熱中症と住宅の温熱環境の関連について言及している研究は見当たらない。

2. 研究の目的

以上のような背景を鑑み、本研究では熱中症患者が多い住宅の台所に関して、居住者意識と温熱環境、設備機器、周辺環境との関連を明らかにすることで、台所空間温熱環境の設計に寄与することを目的とする。

- (1) 炊事などの家事に関する居住者の意識を明らかにする。
- (2) 住宅の台所について、夏期の温熱環境の実態を明らかにする。
- (3) 台所の温熱環境と設備機器との関連を明らかにする。

3. 研究の方法

- (1) 炊事などの家事に関する居住者意識の把握

福岡県大牟田市の住宅を対象としたアンケート調査を行った。アンケートでは、15項目の生活行為について、各行為時の寒暑感、温熱環境の重要度・満足度を回答させた。

- (2) 台所の温熱環境の実態把握

福岡県と熊本県、兵庫県の住宅を対象とした温熱環境の実測調査を行った。また、居住者の温熱感に等に関するアンケート調査も同時に行った。

- (3) 台所の温熱環境と設備機器との関連

主に福岡県と熊本県の住宅を対象として、台所の間取りや設置機器、住宅周辺環境、居住者の温熱感に関するアンケート調査を行った。

4. 研究成果

- (1) 炊事などの家事に関する居住者意識
冬季と夏季における15項目の生活行為時

の寒暑感、温熱環境の重要度・満足度を図1に示す。“アイロン・洗濯”、“炊事”、“掃除”などの家事に関する生活行為は、温熱環境の重要度が低く、夏季の温熱環境は他の行為よりも暑いと評定されている。そのため、温熱環境の満足度も低い。

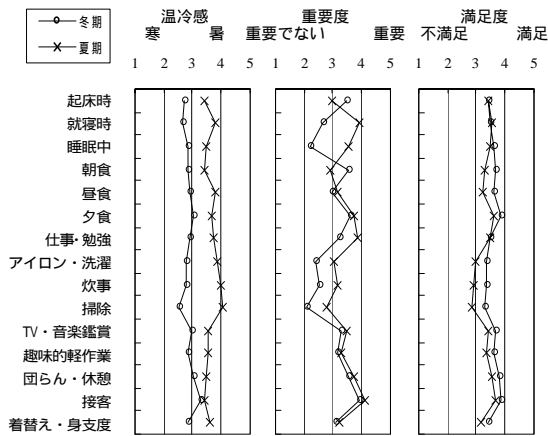


図1 各生活行為時の寒暑感、温熱環境の重要度・満足度

各生活行為時の夏季温熱環境の重要度を基に因子分析を行った結果を表1に示す。分析の結果、第1因子は“団らん・休憩”や“読書”などの「社会文化時間」、第2因子は“アイロン・洗濯たたみ”や“炊事”などの「家事」、第3因子は“朝食”や“起床時”などの「午前」が抽出された。居住者は「社会文化時間」「家事」「午前」という3つの観点から各生活行為を評価し、温熱環境の重要度を判断していることを示した。台所で行われる行為は家事が多いために、温熱的快適性の重要度が低く評価されていると考えられる。

表1 温熱環境の重要度の因子分析結果

生活行為	第1因子	第2因子	第3因子	共通性
団らん・休憩	0.767	0.174	0.323	0.723
新聞・読書・趣味的な軽作業	0.700	0.251	0.380	0.697
TV・ビデオ・音楽鑑賞	0.699	0.309	0.250	0.647
就寝時	0.675	0.053	0.377	0.600
夕食時	0.610	0.262	0.191	0.477
仕事・勉強	0.602	0.156	0.264	0.457
接客	0.598	0.109	-0.027	0.370
着替え・身支度	0.483	0.374	0.403	0.536
アイロンがけ・洗濯たたみ	0.284	0.858	0.214	0.569
炊事	0.214	0.855	0.193	0.638
掃除	0.137	0.826	0.219	0.862
朝食時	0.184	0.343	0.725	0.815
起床時	0.192	0.304	0.706	0.627
睡眠中	0.444	0.009	0.610	0.677
昼食時	0.408	0.422	0.542	0.749
因子負荷量平方和	3.926	2.974	2.544	
寄与率[%]	26.174	19.829	16.963	
累積寄与率[%]	26.174	46.003	62.966	

(2) 台所の温熱環境の実態

各家庭の炊事時間における台所 WBGT の平均値±標準偏差、最大値、最小値を図2に示す。日常生活や運動時の熱中症予防指針には

WBGT が指標として用いられており、日常生活では「25～28 : 警戒」、「28～31 : 厳重警戒」、「31 以上 : 危険」と区分されている。炊事時間帯では、ほとんどの住宅の台所で WBGT が 25 を超えており、28 以上となる家庭もあった。また、外気温が低下する夕食時においても昼同様、もしくは昼以上の暑さとなっている住宅があることは、台所の特徴と考えられる。

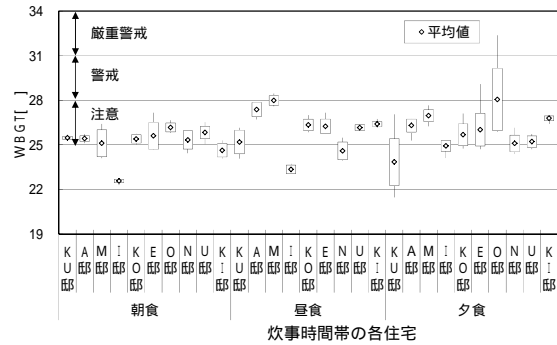


図2 台所における炊事時間帯の WBGT

WBGT と温冷感・快適感の関係を図3に示す。WBGT と温冷感にはある程度の相関性があり、WBGT が高くなれば、温冷感は暑い側の申告が多くなった。WBGT と温冷感の相関性として、安静時はばらつきが大きく、運動時は強い相関性が見られるとの報告があり、炊事時間帯は包丁、火を使用するため慎重さが必要であり、少なくとも台所を動き回るため、ある程度の相関が出たと考えられる。一方、WBGT と快適感・湿気度・許容度にはほとんど相関がなく、既往研究の報告とも一致する。以上より、居住者が WBGT が高い環境にいた場合、暑いとは感じていても不快感や許容度を申告されないこともあることが確認された。この要因としては、本研究が台所での温熱感を調査したため、台所の温熱環境の重要度を考慮した快適感が申告されていた可能性がある。また、人体が暑さに適応していたり、夏は暑いものだという価値観を持っていたりして、快適感と相関性が見られないということが考えられる。以上のように、暑熱環境においても不快・非許容と感じていない居住者も多くいたが、体に熱ストレスはかかっているため、WBGT などの客観的指標により環境を評価する必要があると考えられる。

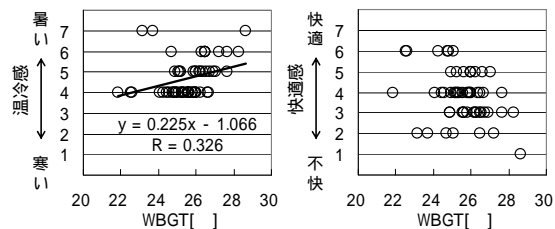


図3 WBGT と温冷感・快適感の関係

(3) 台所の温熱環境と設備機器との関連

炊事作業時の WBGT の平均値と標準偏差をエアコン使用の有無別に図 4 に示す。台所でエアコン使用をしている家庭が 5 割以上であったのは、夕食の準備と片付け時のみであった。エアコン使用時の WBGT は不使用時の WBGT よりも有意に低かった。

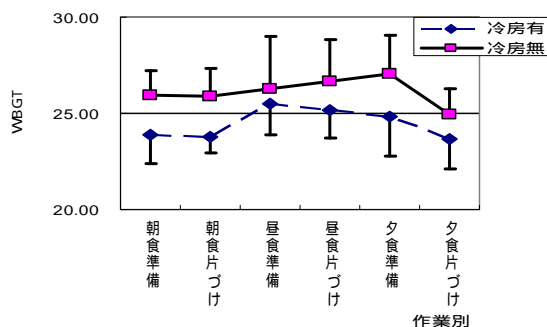


図 4 台所の冷房使用有無別 WBGT 値

夏季に台所でエアコンを使用している家庭は、使用していない家庭よりも温冷感が有意に涼しかった。また、ガスコンロを使用している家庭では、IH クッキングヒーターを使用している家庭よりも、台所がじめじめしていると感じていた。ガスコンロを使用する家庭では、ガスの燃焼により水蒸気が発生し、台所の湿度が上昇していたと考えられる。換気扇は 9 割超の家庭で設置されていたが、換気扇を調理時は常に使用している家庭と、調理時でも使用しないことがある家庭とでは、温熱感に有意な差はなかった。また、住宅の周辺環境をクラスター分析により、全方位に道路・広場があるタイプ、北側のみ道路・広場があるタイプ、南側のみ道路・広場があるタイプに 3 分類した。各タイプの台所における温熱感を比較し、南側のみ道路・広場があるタイプでは他のタイプよりも温冷感を暑い側に申告する傾向が示された。

(4) 不均一な熱放射の測定器具開発

実測調査を実施した結果、台所での温熱環境を測定する際にガスコンロからの熱放射の影響を簡易に測定することができれば、さらなる知見が得られるのではないかと考えるに至った。そこで、熱放射の指向性を考慮した測定器具の製作方法と有効性を実験により検討した。測定器具は、図 5 に示すようにグローブ温度計のグローブを切断して作成した。図 6 に熱放射実験状況を示す。切断面を断熱材で継ぐことで、6 面の放射に分けて測定できるが、継目をシーリングしない場合、空気循環が中心温度に影響を与えることがわかった。また、グローブ内に断熱材を貼ることでグローブ内での放射熱授受を抑制することができた。考案した器具により、放射の指向性を体感温度に反映させることができることを示した。

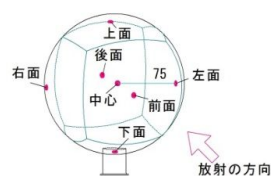


図 5 グローブ球の切断イメージ図

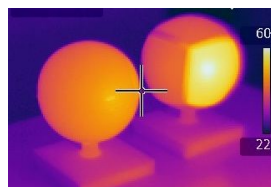


図 6 熱放射実験の状況

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- (1) Tobita, K., Matsubara, N., Kurazumi, Y., Yamato, Y., Fukagawa, K., Shibata and Mitsuoka, T.: Thermal environment in relation to activities of daily living during summer, 16th Pacific Association of Quantity Surveyors (PAQS) congress, Bandar Seri Begawan, Negara Brunei Darussalam, July 7 - 10, Paper Reference No36 S_SC_KT, CD 出版, 査読有, 2012 年 8 月

〔学会発表〕(計 2 件)

- (2) 飛田国人, 大和義昭, 深川健太: 不均一放射環境の簡易測定法に関する研究 - その 1 グローブ温度計を用いた方法, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学 II), pp.25-26, 2013 年 8 月 30 日, 北海道大学(北海道)
- (3) 柴田祥江, 飛田国人, 松原斎樹: 台所の夏期温熱環境実態調査 - 熱中症予防の視点から -, 日本生気象学会雑誌, Vol.48, No.3, p.S43, 2011 年 11 月 4 日, 京都女子大学(京都府)

〔その他〕

- (1) 朝日放送 TV 番組「おはよう朝日土曜日です」において住宅における熱中症発症メカニズムと対策を解説, 2013 年 7 月 13 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飛田 国人 (TOBITA, Kunihito)
大阪府立大学・現代システム科学域・准教授
研究者番号: 40465919