

「沿岸被災地における仮設住宅住環境の改善に関する研究」

研究代表者：佐野嘉彦（総合政策学部・教授）、
研究参加者：渋谷幸太郎（総合政策学部・教授）

＜要旨＞

本研究では、東日本大震災後、被災地各地に建設された仮設住宅の環境を調査し、その環境改善に対して提言できる対応策を構築することを目的とする。具体的には、冬季と夏季の2シーズンにおいて、仮設住宅内の温度環境を分析し、その人体への影響を考察する。また、夏季の室内昇温を抑制するための「緑のカーテン」について、大学敷地内で実験を行い、その効果を考察する。

1 研究の概要

本研究は、東日本大震災後、被災地各地に建設された仮設住宅の環境を調査し、その環境改善に対して提言できる対応策を構築することを目的としている。

三陸沿岸の津波被害地ではプレハブ仮設住宅が建設され、多くの被災者がそこでの生活を余儀なくされている。仮設住宅は、断熱性能がきわめて悪く、夏暑く冬寒いため、熱中症の危険性、水道の凍結、結露など様々な問題が生じている。

建設後に、夏の暑さの緩和のため緑のカーテンの設置や冬季の防寒のための壁面断熱などが行われているが、十分とは言えない状況にある。

そこで、本研究において、仮設住宅の温湿度環境について連続計測を行い、併せてi-mosの熱映像装置により室内温度分布等の解析を行い、仮設プレハブ住宅の住環境に関する課題を明らかにした。

2 研究の内容

まず、仮設住宅内の環境調査について説明する。

一般的に見られる仮設住宅の間取りは2K+風呂、トイレであるが、今回の観測は仮設住宅の中に計10箇の温度計を設置し、その温度の推移を記録した。温度計の設置場所については以下の通りである。

居 間 4 箇所（70cm：2、床上10cm：1、

床面1）

寝 室 1 箇所（10cm：1）

台 所 2 箇所（120cm：1、床面：1）

トイレ 2 箇所（100cm：1、床上20cm：1）

玄 関 1 箇所（100cm：1）

下の図1に載せる写真は、居間に設置した温度計の様子であり、高さを変えて設置したのは、床面や鉄柱からの冷気の流れが壁面に、さらには室温にどのように影響を及ぼしているかをとらえるためである。用いた温度計はEspec-mic製温度計であり、途中で全く同等の機能を持つ、



図1：温度計設置の様子（居間）

T&D製おんどとり Jrに変更をしている。

気温は10分毎にデータを記録するように設定した。温度計は、回収後に器差補正を行っている。

次に仮設住宅における、夏季の高温対策として、既に取り入れられている「緑のカーテン」の実証実験について説明を行う。下の図2の写真は、岩手県立大学において実験をしている緑のカーテンの様子である。



図2：岩手県立大学における「緑のカーテン」

緑のカーテンは、壁面緑化の一種と考えられるものであるが、一般的には“アサガオ”や“ゴーヤ”など、つる性の植物を窓辺に育て、カーテン風に仕立てたものである。緑のカーテンには、見た目を涼しげにするだけでなく、日射を遮り、葉の蒸散効果により周囲の気温や室温を下げる効果があるといわれている。この緑のカーテンを仮設住宅に設置することにより、夏季の高温を緩和させる効果があることを実証することが実験の目的の一つである。

実際に仮設住宅においては、建設後に、後付で緑のカーテンの設置が行われているところもあるが、その効果を把握しているとはいえない。また、植物の育成は住民の協力が必要であり、被災地の状況は、その育成環境として十分とは言えない状況にある。

そこで、この緑のカーテンの効果を定量的に捉えるため、緑のカーテンの日向側、日陰側にそれぞれ6箇所温度計を設置し、その温度変化を記録した。下図3の写真はその様子である。

また、カーテンによる日除け効果を見るために、カーテンの内外で、日射の違いを、日射計を用いて簡易的に調べた。



図3：緑のカーテンと温度計の設置の様子

3 これまで得られた研究の成果

今回の調査においては、1年を通して継続的に観測を行ったが、解析対象は、低温による凍結、結露などが問題となる冬季と、高温による熱中症などの問題が想定される夏季の2シーズンとした。

仮設住宅における調査結果から、ヒートショックといわれる大きな気温差が生活空間内に存在し、問題となることが再認識された。特に冬季において、脳卒中、心筋梗塞などをひきおこすと考えられる10度以上の気温差を記録したことは、重大な問題であると考えられる。

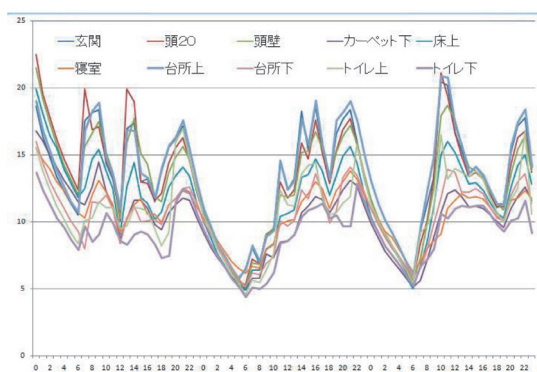


図4：晩冬季における3日間の室温変化

図4から気温変化は、必ずしも一山形にならないことがわかる。これは、居住者の生活行動が、気温に影響を与えていることを示すもので、調理、暖房の入り切りなどが気温の変化からわかる。しかし、その一日の気温変化ではなく、

場所による気温変化が小さくないことに注意をして欲しい。仮設住宅は決して広い空間ではないに関わらず、部屋ごと、場所ごとの気温差が非常に大きくなるのである。

仮設住宅では、冬季に結露が大きな問題になっている。これは、外気温が低く、対して室内は生活空間であるため比較的暖かく湿度が高いためである。しかも、壁面全体が低温になるのではなく、仮設住宅を支える鉄製の柱が地面や外気の低温を室内に導く役割をしていることが判明し、この柱を室内側にむき出しにしないようにする工夫が必要である。図5の写真は、室内にむき出しになっている鉄柱とその部分の熱画像である。鉄柱の部分が相当低温になっていることがわかる。

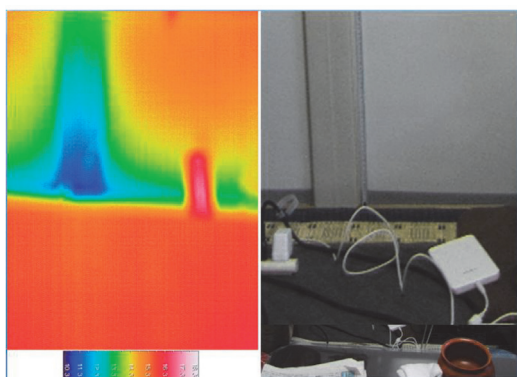


図5：鉄柱を含む壁面の温度分布

夏季は、被災地が東北地方中心であったが故に、気温が危険な水準まで上昇することは少なく、換気だけで熱中症の恐れが少なくなる可能性が指摘された。夏季の日陰を作り出すものとして、「緑のカーテン」の効果を分析し、仮設住宅に適応させる方法を考えたが、仮設住宅において緑のカーテンの場所での観測ができなかったこと、その調査方法の確立がされていないことなどから、考察に至らなかった。同時に行った岩手県立大学における緑のカーテンの調査から、日陰の効果は期待できるものの、さらなる定量化が必要であることがわかった。ただし、仮設住宅において、屋根面、壁面が日射を受けて相当高温になることは下の図6の写真から見て明らかである。

次に、緑のカーテンにおける日除けの効果であるが、図7に熱画像を載せるので参考にされ

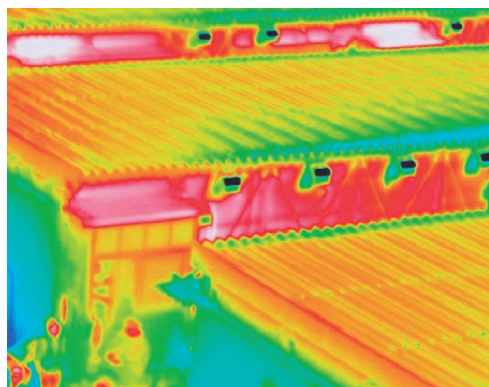


図6：仮設住宅の屋根面、壁面の温度分布

たい。

ただし、この熱画像から読み取れる結果は、植物の表面が低温になっており、陰がやや低温、直射日光が当たるところが高温となっているということのみで定量的には把握できないものである。

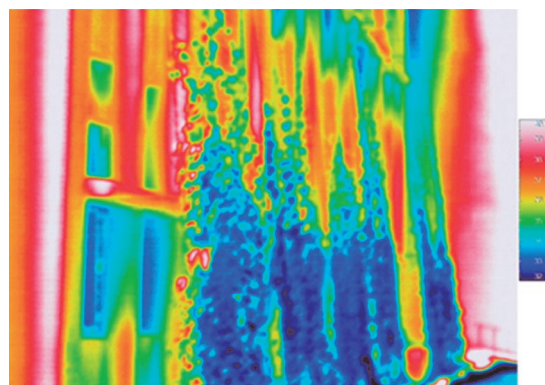


図7：緑のカーテンの熱画像

実際の解析には、熱中症指標を測る為に用いられるWBGT温度計、ないしはその考え方によって作成された観測システムが必要となる。これは後に述べるが、次年度の課題となる。

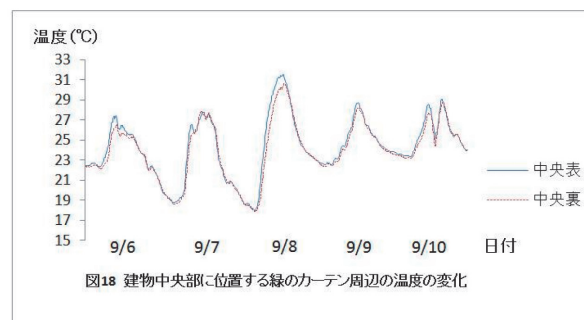


図8：緑のカーテンの裏表での気温変化

図8からは、緑のカーテンの裏表に気温差は

あるが、優位な差ではないことも示されている。日陰であっても微風などにより空気はかき混ぜられることが考えられ、日向と大きな気温差が表れないという可能性である。日傘による遮蔽効果は日射に対してであり、その傘の中の気温ではないはずであることは明白である。そこで、日射の量が緑のカーテンによってどの程度減少するのか、簡易的な調査を行った。その結果が以下の表である。

表1 照度計の観測から算出された遮断率

	裏	約20cm離れた影
I (主にゴーヤ)	89.4	81.5
II (主にアサリナ)	90.9	70.2
III (主にヘチマ)	92.6	86.6

照度の遮断率は以下の式によって求めた。

照度の遮断率(%) = (日向の日射量 - 遮蔽後日射量) / 日向の日射量 × 100

光の量として、光量子計を用いても同じ様に観測したが同様の結果を得ている。簡易的な観測であるが、緑のカーテンにおいては、日射の遮断の効果は大きいと見るべきであろう。これは、仮設住宅に設置することにより、夏季のエアコン使用率を下げ、省エネに貢献できることを示す。

さらに、厳密な熱収支を求める為に、観測機器を購入し観測を行ったが、データ収集装置の不具合のため、この観測も次年度への課題となった。

4 今後の具体的な展開

仮設住宅内の問題は、当面冬季であると考えられる。このため、夏季の観測は引き続き行うが、夏季については、省エネや「癒し」空間の創出などになると考えられる。特に緑のカーテンの効果を定量的に把握する研究は非常に少なく、25年度に再調査、再実験を行う必要がある。

夏季の日陰の効果を考察する為に緑のカーテンの評価を考えたが、仮設住宅において緑の

カーテンの場所での観測ができなかったこと、その調査方法の確立がされていないことなどから、考察に至らなかったが、この点についても、熱中症指標の考え方を取り入れた新たな解析方法を開発し、実際の居住空間において実証実験を行いたい。具体的には、黒球温度を測ることであるが、これには専用の温度計が必要であり、すでに研究グループとして入手している。ただし、この温度計のみでは、空間的な把握が難しく、また、緑のカーテンの裏表の違い、といった微小な環境の差異を捉えることは難しい。

そこで、黒球温度に変わるものとして、日射を吸収しやすい素材で百葉箱または、単なる箱のようなものを作成し、その中に自動記録温度計を設置し、その気温変化を記録するシステムを構築中である。この観測システムは、まだ開発段階のものであるが、ある程度の実証実験が行われ、その結果が評価されることになれば、熱中症指標にかわる日射の室温などに与える影響を定量化できる観測システムとなる。この開発が今後の展開に大きく影響を与えると思われる。

5 論文・学会発表等の実績

東北地理学会平成24年春季大会にて口頭発表
日本地理学会平成24年秋季大会にて共著で発表。共同研究者が口頭発表

東北地理学会・研究会において口頭発表
平成24年度卒業生・卒業論文に一部掲載

6 受賞・特許

特になし

7 その他

仮設住宅の室内環境調査に関してご協力いただいた、宮古市愛宕地区の仮設住宅に在住の皆様、釜石市鶴住居の仮設住宅に在住の皆様、この場をお借りして御礼申し上げます。

研究に協力いただいた宮城大学・高橋信人先生、鹿児島大学・岩船昌起先生にも、感謝いたします。