

## 県営住宅における夏期の温熱・空気環境と 居住者の住まい方に関する研究

### Study on Indoor Thermal and Air Environments and Residents' Living Ways in Niigata Prefectural Apartment Houses in Summer

飯野由香利・渡辺 茉那・山崎 健

Yukari IINO, Mana WATANABE and Ken YAMAZAKI

#### 1. はじめに

近年の猛暑により、住宅内で熱中症になり病院に搬送される高齢者が増加している。特に、集合住宅の最上階の住戸では、天井面からの熱放射により住宅内温度が上昇する傾向<sup>1)</sup>がある。

県営住宅の場合、断熱性能が十分に整備されているとは言い難く、鉄筋コンクリート造が多く、間取りもある程度定型化されている。入居者は高齢者や低所得者が多く、冷房設備を設置していない世帯や積極的に冷房を使用しない世帯もいる。

本研究の目的は、夏期における県営住宅での間取りによる温熱・空気環境の相違、及び居住者の熱・光・空気・音に関する環境評価や住まい方等を明らかにし、涼しい住まい方を提案することである。

#### 2. 調査方法

調査は、表1に示す新潟市郊外の沿岸部に位置する築36年のA住宅における3階建2棟4住戸（1棟の建物中央部に配置された2・3階の2住戸と他棟の端部に配置された2・3階の2住戸）と、平野部に位置する築37～39年のB住宅の5階建1棟2住戸（建物中央部に配置された4・5階の2住戸）で行った。県営住宅への入居条件の1つとして低所得であることが挙げられる。両住宅の間取りと測定地点及び測定項目を図1に示す。両住宅とも3DKである。A住

表1 県営住宅の概要

	A住宅	B住宅
所在地	沿岸部	市街地
階数	3階建	5階建
構造	鉄筋コンクリート	鉄筋コンクリート
築年数	36	37～39
間取り	3DK	3DK
平米(m <sup>2</sup> )	56.9	51

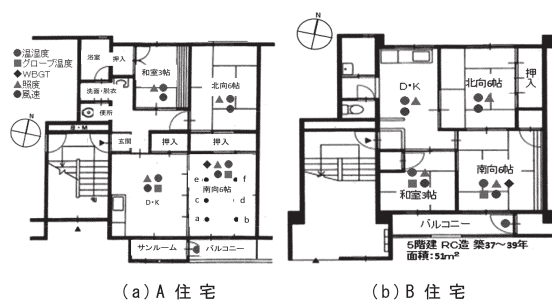


図1 A・B住宅の間取りと各測定の地点と項目

宅では南向6帖と北向6帖の間に押入があるのに対して、B住宅では南向6帖と北向6帖の間に襖があり1間幅の開放が可能である。

調査の概要を表2に示す。2014年8月24日～29日に実測調査、24日～26日に高齢者対象の身体冷却実験、27日～29日に防暑対策の検討実験を行った。実測調査では、温湿度(T&D社製)を各住戸の各居室中央の床上60cmとバルコニーで測定した。WBGT(AD-5696 エー・アンド・デイ社製)を各住宅下階の南向6帖中央の床上60cmで10分毎に、グローブ温度を5分毎に測定した。一方、各住戸の

表2 調査の概要

		A住宅	B住宅	
調査期間		8月24日～29日		
実測場所		中間配置住戸2・3階 端配置住戸2・3階	中央配置住戸4・5階	
実測項目	温湿度	高さ60cmで各居室の中央、バルコニー		
	グローブ温度	高さ60cmで南向6帖、D・Kの中央	高さ60cmで南向6帖、和室3帖の中央	
	WBGT	高さ60cmで2階中間住戸の南向6帖	高さ60cmで4階中間住戸の南向6帖	
	移動計測 (同時計測)	照度	各居室の窓際、部屋中央	
		風速	南向6帖とD・K、和室3帖、北向6帖の中央	
表面温度	天井面、床面、壁面2か所			
アンケート調査		方法	7月下旬から8月上旬に回答	
			自治会長が配布・回収	班長が配布、郵送で返送
		内容	日ごろの住まい方、暑い日の生活状況、住宅内の温冷感、熱中症の経験や対策	
		回収数	67住戸	68住戸
		回収率	88.2%	19.2%
防暑対策 実験	日射遮蔽と通風の併用 実験	対象	中央配置棟2階の南向6帖	
		測定項目	照度、風速、温度	
	扇風機と通風の併用 実験	対象	中央配置棟2階の南向6帖	
		測定項目	扇風機前後での風速、温度	
	扇風機の設置位置の 検討実験	対象	中央配置棟2階の南向6帖	
		測定項目	風速、温度（中央と窓際）	

南向6帖とD・K、和室3帖、北向6帖を移動して各居室の窓側と室中央で照度（SK-10LX 佐藤計量器製作所製）を、各居室の室中央で天井、壁、床の表面温度(IT-550 HORIBA社製)を、各居室の中央で床上60cmの風速(Anemomaster Model 6011 カノマックス社製)を2住戸で同時に計測した。調査期間中の外部の温湿度は約20～32℃、31～98%で、比較的外気温の低い日が多かった。

アンケート調査は2014年7月下旬から8月上旬に行った。アンケートの内容は、日頃の住まい方、暑い日の生活状況、住宅内の温冷感、熱中症の経験や対策についてである。アンケート用紙の配布数と回収数及び回収率は、A住宅76住戸で67戸(88.2%)、B住宅354住戸で68戸(19.2%)であった。A住宅では自治会長が配布・回収を行ったのに対して、B住宅では班長から配布していただき、回収は郵送で行った。

身体冷却実験では、表3に示す高齢者5人(65～84歳)と学生2人(21・23歳)を対象に行った。平均深部体温、胸部皮膚表面温度、心拍数の測定と温冷感に関する申告のスケジュールを図2に示す。身体冷却実験の前半は濡れタオルで保冷し、後半に保冷剤で保冷した。防暑対策実験は、図3に示すようにA住宅2階中央配置の住戸の南向き6帖において行った。実験では、カーテンを利用して日射遮蔽と通風を同時に行う際に最適な気流環境や光環境を得ることができるように、カーテンの吊方により開放面積を変えて室内の風速と照度を計測した。

表3 身体冷却実験の概要

		A住宅	B住宅
対象者	高齢者	男性65歳	男性73歳、男性74歳、 女性74歳、女性84歳
	学生	男性21歳、女性23歳	女性23歳
方法		濡れタオルと保冷剤で体を冷却する	
冷却部位		首、脇の下、足の付け根	
測定項目		皮膚表面温度、深部体温、心拍数	
温冷感ヒアリング		暑く感じる体の部位、暑さ、気流、湿度	

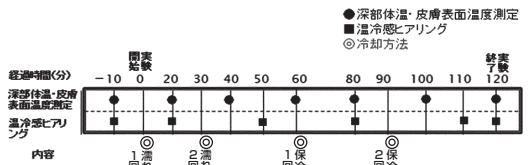


図2 身体冷却実験のスケジュール

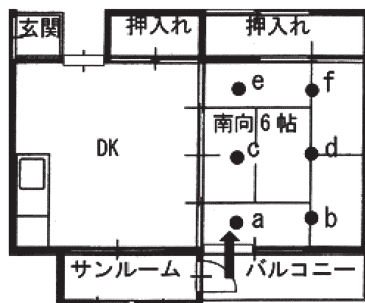


図3 日射遮蔽と通風の併用実験

### 3. 温熱環境の実態

A住宅における4住戸の各室中央地点での各日の平均風速と平均室温との関係を図4に示す。計測時には、全居室の全窓を全開していた。風速はD・K(食堂室)で最も大きく、次いで南向6帖である。主風向が南であるために、風が南窓から室内に入る。南向6帖と北向6帖の間に押入れがあることにより風が通り難い南向6帖での風速が小さいのに対して、D・Kに入った風は和室3帖へ通り抜けるために風速が大きい。棟による違いについては、中央配置住戸での室温は日によるばらつきが約6℃と大きいのに対して、端配置住戸では室温が24.5～26.5℃と2℃程度の差内に収まる。これは、端配置棟の南前面に傾斜面があることにより棟が日陰になり、2階への日射量が中央配置住戸に比べて少ないためと推測される。

B住宅における2住戸の室毎にみた各日の平均風速と平均室温を4・5階別に図5に示す。室温が4階の方がやや高い日もあるが大きな差はない。この1要因として、調査期間中は天気が悪く、ほとんど晴れなかったことが挙げられる。また、風速は北向6帖がやや大きく、南向6帖が小さい傾向が見られることから、B住宅の場合には、主風向が北であると推定される。B住宅の風速はA住宅に比べてやや大きく、室温もやや低い傾向がある。南向6帖と北向6帖の間に襖戸があり、常に開放していることから風が通るために風速がやや大きいと考えられる。

### 4. 夏期の住まい方の実態

居住者の概要を図6に示す。A住宅は回答者のうち女性の占める割合が88%と高く、独居の人は少なく、20～50歳代の割合が約半数を占める。一方、B住宅は独居が46%、2人暮らしが32%を占め、60歳以上が約46%と高い。これらのことから、両住宅の間には居住者の年齢層や家族構成に大きな違い

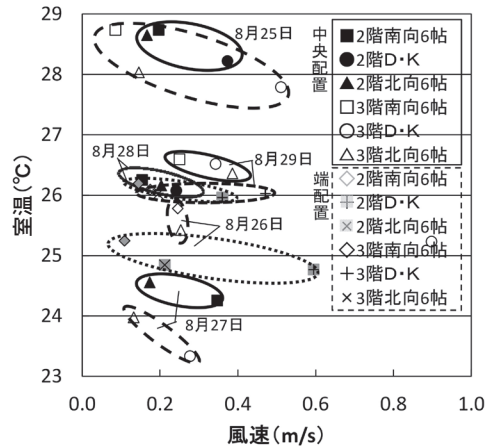


図4 A住宅での各日の平均風速と平均室温

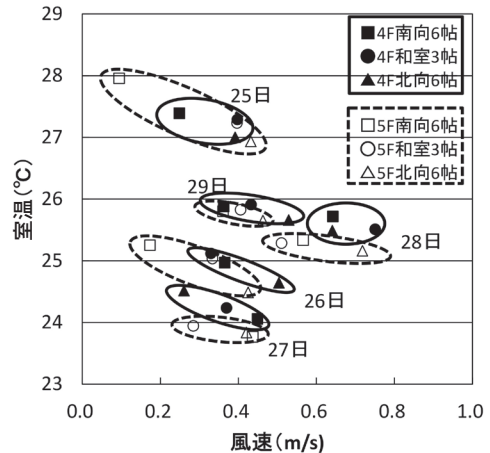


図5 B住宅での各日の平均風速と平均室温

があると言える。

夏期における居住者の住まい方を図7に示す。窓開閉状況は両住宅とも約7割が全開や半開である。扇風機の使用割合はA住宅で93%、B住宅で82%である。これは前述したように、A住宅の場合、通風環境がB住宅に比べて良くないことから扇風機の採

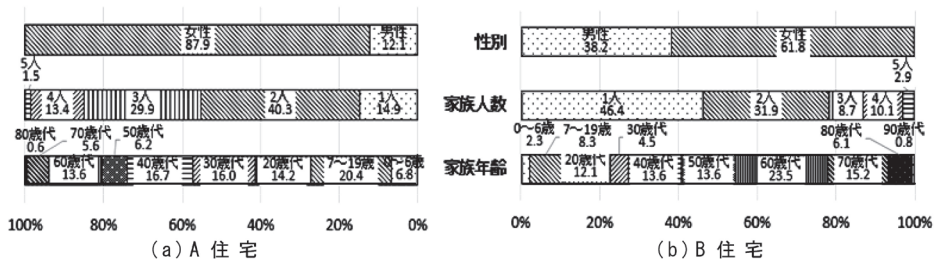


図6 居住者の概要

風効果を利用しようとして  
いると考えられる。また、  
仕事から帰宅した人が短時  
間に設定風量を「強」にし  
て使用している人もいた。

一方、エアコンを使用し  
ている割合は両住宅とも  
約65%である。使用時間  
割合が最も高いのは、A住  
宅で5~7時間(約34%)  
で、B住宅で1~3時間(約  
37%)である。5時間未満  
と回答した割合がA住宅  
で約47%、B住宅で60%  
である。一方設定温度は、  
A住宅の半数以上が  
27・28℃であるのに対し  
て、B住宅のほぼ半数が  
25・26℃である。これら  
のことから、A住宅では  
設定温度をやや高めにし  
て長時間使用しているの  
に対して、B住宅では設  
定温度を低めにして短時間  
使用している住宅が多いこ  
とがわかる。

図8は居住者の各評価尺度  
割合を示す。暑い側の評価  
割合がA住宅で約81%と  
高く、B住宅で約58%  
である。風通しが良い側  
の評価割合は、A住宅で  
73%、B住宅で約80%  
である。湿っている側の  
評価割合はA住宅で約77%  
、B住宅で約63%である。  
明るい側の評価割合はA  
住宅で約70%、B住宅  
で約79%である。音につ  
いては、うるさい側の評  
価割合はA住宅で46%  
、B住宅で約33%である。

以上のことから、風通しの  
良くないA住宅の場合、  
風通しがやや悪いために  
暑く、湿気もより多く感  
じており、片面採光のみ  
になるためにやや暗く感  
じている様相が伺える。  
さらに、A住宅の場合、  
子供たちが外で遊んで  
いることが多いことから、  
うるさい側の評価がやや  
高いと考えられる。

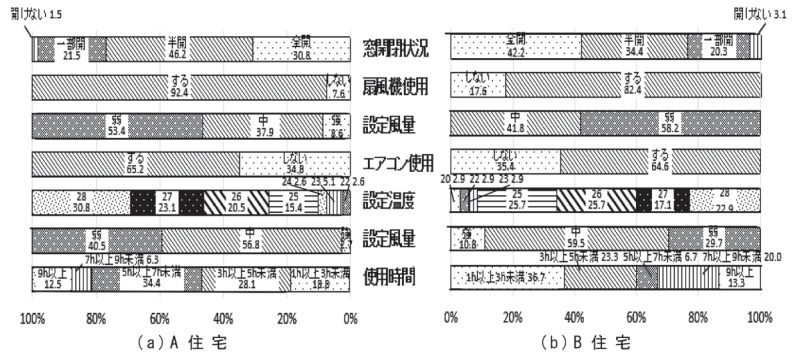


図7 夏期における環境調節方法

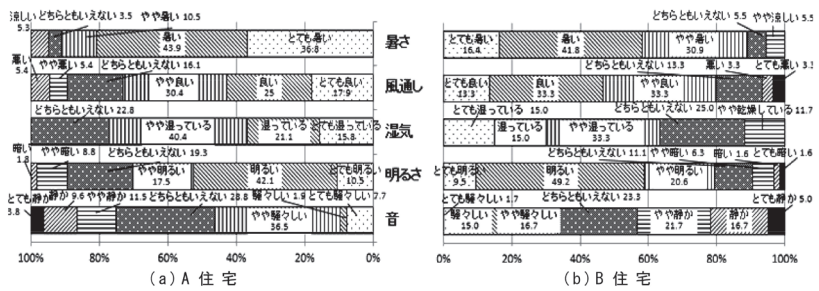


図8 居住者による住環境評価

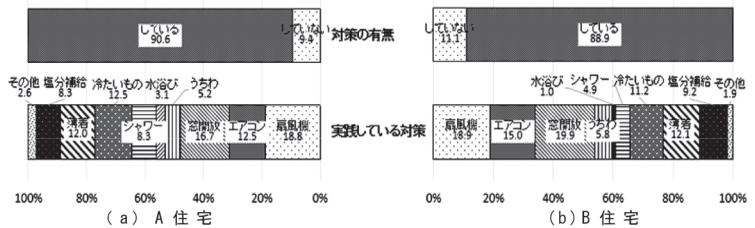


図9 熱中症対策の有無と内容

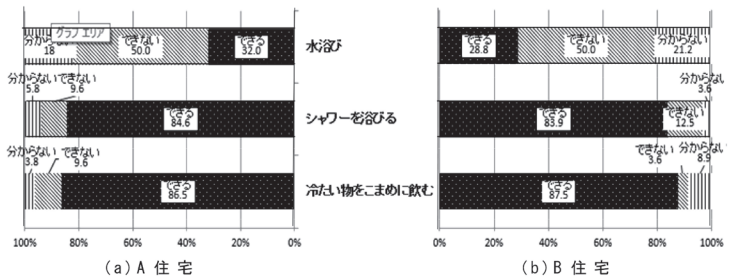


図10 熱中症対策の実践の可能性

居住者が実践している熱中  
症対策を図9に示す。熱中  
症対策をしている人が両  
住宅とも90%前後いる  
ことから、熱中症対策の  
意識は高い。実践してい  
る対策の中で、扇風機の  
使用や窓開放といった採  
風利用の割合は36~39%  
と高く、「冷たいものを  
飲む」

や「薄着」は各々約12%で低い。

各々の熱中症対策の実践の可能性を図10に示す。両住宅とも水浴びは半数ができないと回答したのに対して、シャワーは約8割ができると回答している。これは体への負担や簡便さが影響していると考えられる。さらに、手軽に実践できる「冷たい物をこまめに飲む」ことができるのは87%前後と高い。

### 5. 身体冷却実験の実践と検証

県営住宅の入居者のうち高齢者5名、学生2名を対象として身体冷却実験を行った。心拍変動は心臓の自律神経緊張の指標である。心拍数やPNN50及びCVRRは副交感神経（リラックス度）を表す指標である。心拍数の値が小さく、PNN50とCVRRの値が大きいほどリラックスしていることを表す。

図11は濡れタオルまたは保冷剤で首と両脇及び両脚の付け根を冷却している時の被験者の平均深部体温と平均心拍数を高齢者の男女と学生別にプロットしたものである。図12は濡れタオルと保冷剤の装着時のPNN50とCVRRの値を被験者グループ別に示す。男性高齢者の場合、心拍数が80拍/分以上あり被験者の中で最も多く深部体温は36℃前後であるのに対して、女性高齢者の場合、心拍数が60拍/分前後と少なく、深部体温が35.8℃前後と低い。学生の深部体温は36.8℃前後で心拍数が75～80拍/分である。保冷剤装着時において、心拍数が濡れタオル装着時より少なく、女性高齢者や学生の深部温度が低下していることから、保冷剤の冷却効果は濡れタオルより大きいと言える。

さらに図12から、PNN50・CVRRともに保冷剤の値が濡れタオルよりほぼ大きいことから、保冷剤の冷却効果が有効であることが示された。被験者の方々からも「冷蔵庫に入れてあった保冷剤を取り出して首と両脇等に当てるだけなので簡便に保冷できる。」というご意見をいただいた。

### 6. 防暑対策実験の実践と検証

日射遮蔽と通風の併用を考慮して、A住宅の中央配置棟2階住戸の南向6帖において実験を行った。開放した窓面をカーテンによって覆う面積を変えた場合（全開・2/3開・半開）の窓近傍のa地点での風速と照度に対するb～f地点での風速の減衰割合と室中央での照度の減衰割合を図13に示す。減衰割合の値が大きい方（1に近づく）が風速や明るさ

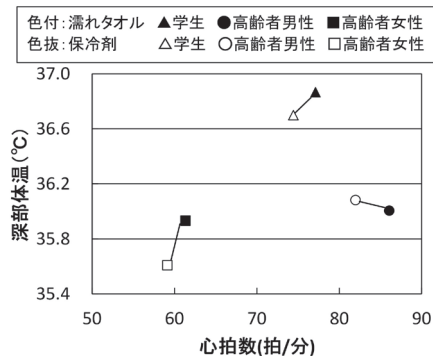


図11 冷却方法別にみた心拍数と深部体温

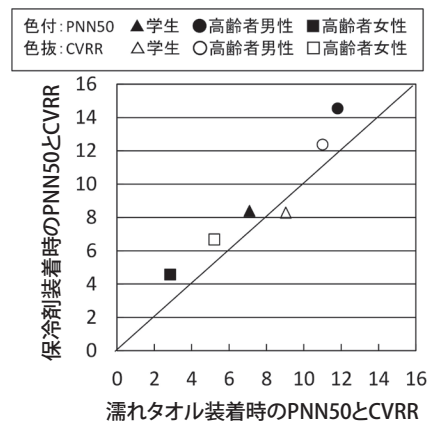


図12 冷却方法別にみた副交感神経の働き

が窓近傍に近似した環境であると考えられる。風速において「半開」及び「2/3開」では、窓開口がその流入直線上に位置するc・e地点の減衰割合が大きい。全開の場合、流入気流が様々な方向に拡散することから、c・e地点を通過する割合が低くなったと考えられる。c地点の減衰割合がe地点より低いのは、室内への流入気流がD・K側に流れ、c地点が通風輪道内になかったためと考えられる。また、e地点での風速減衰割合が高いのは、室内に流入した一部の気流が壁沿いに流れe地点を通過してD・Kへ流出したためと考える。

一方、照度において「全開」の場合には、窓面に近い地点ほど割合が高いのに対して、「半開」及び「2/3開」の場合には、窓面からの距離による割合の差はほとんどない。これは窓面を覆ったカーテンの面積による影の違いが影響していると考えられる。これらのことから、窓面上部1/3の面積をカーテンで覆い、2/3の面積が開放される場合、通風と照度の両方が適度に得られることを示した。

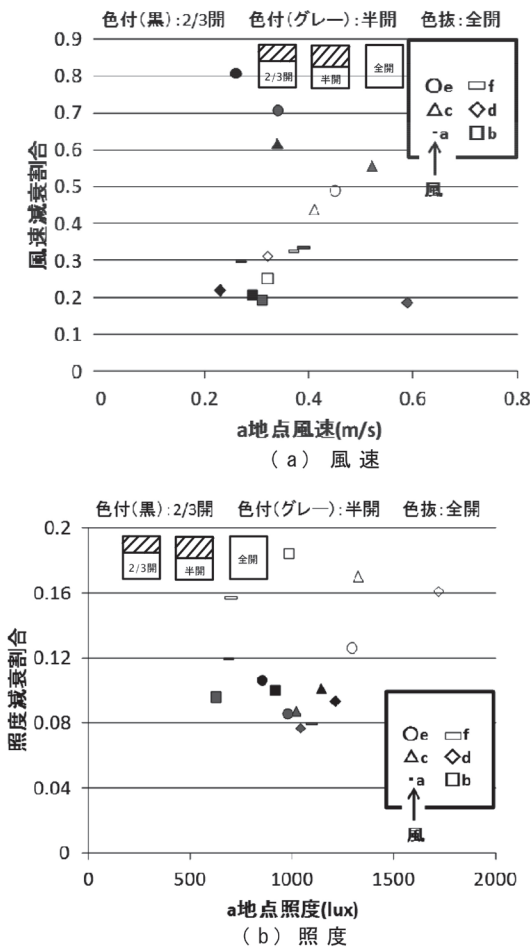


図13 日射遮蔽と通風を考慮した開放状況別に見た室内の各地点における風速と照度

## 7. まとめ

新潟県の沿岸部と市街地にある県営住宅において、アンケート調査と実測調査、及び高齢な居住者5人を対象とした保冷実験を行った。さらに、日射遮蔽と通風利用が有効な防暑方法に関する実験を行った。以下に得られた知見を示す。

- 1) 南向6帖と北向6帖との間に押入れがある間取りのA住宅の場合、やや風速が小さいために、風通しが悪く湿っており暑い評価が多い。
- 2) 窓や扉の開放や扇風機の使用などの採風による涼感を得ようとしている住戸が多い。風通しが良くないA住戸では、エアコンの設定温度を27・28℃にして長時間使用しているのに対して、

比較的風通しの良いB住戸では25・26℃設定で短時間使用する傾向がある。

- 3) 熱中症対策を90%前後の人が行っており、窓開放や扇風機使用による採風や薄着や冷水を飲むといった簡便な対策が多い。一方、水浴びをする人は少ない。
- 4) 濡れたタオルと保冷剤を用いた冷却実験を高齢者と学生対象に行った結果、心拍変動解析結果から保冷剤の保冷効果が濡れタオルより高いことを示した。
- 5) 風通しと日射遮蔽を併用する場合、流入時の風速をある程度保持し照度が高いのは、カーテンで窓面の上部1/3面積を覆い、下部2/3面積を開放する方法であることを示した。

## 【謝辞】

本研究の調査における新潟県土木部都市局建築住宅課の南雲吉哉副参事様、新潟県住宅供給公社業務管理課の広木稔生課長代理様および県営住宅入居者の皆様に多大なるご協力をいただきました。ここに深謝の意を表します

## 【参考文献】

- 1) 伊香賀俊治他3名:住宅内における高齢者の熱中症評価のための人体温熱生理モデルの開発,日本建築学会関東支部研究報告集, 80, pp.125 ~ 128, 2010年