

ジョホールバル市のテラスハウス住宅地における
冷房の使用状況と窓の開閉状況に関する実態調査
A FIELD SURVEY ON USAGE OF AIR-CONDITIONERS AND WINDOWS
IN TERRACED HOUSE AREAS IN JOHOR BAHRU CITY

久保田 徹*, スピアン アーマッド**
Tetsu KUBOTA and Supian AHMAD

This paper presents the findings of a questionnaire survey on usage of air-conditioners and windows among selected households in terraced house areas in Johor Bahru City, Malaysia. The results showed 62% of respondents owned an average of 2.3 air-conditioners. It was suggested that the reduction of both numbers and use of air-conditioners would be one of particularly important means for energy-saving among households in terraced house areas. Although approximately 80% of respondents opened their windows during the daytime, only around 10% did so during the nighttime. It is important to encourage occupants to open their windows especially during the nighttime for utilizing the night ventilation.

Keywords: *Adaptive behavior, Natural ventilation, Energy-saving, Energy consumption, Malaysia*

適応行動, 自然換気, 省エネルギー, エネルギー消費, マレーシア

1. はじめに

東南アジアの都市の多くでは、近年の経済発展に伴いエネルギー消費が急激に増加しており、こうした増加がこのまま放置されれば地球環境に対する一層の脅威になると懸念されている。例えばマレーシアでは、1980年代より本格的な都市化を経験し、国内のエネルギー消費量が大幅な増加を続けており、2000年の最終エネルギー需要は既に1980年当時の5倍に達したと報告されている³⁾。地球温暖化防止の観点から、東南アジア都市における省エネルギー対策が今後ますます重要になることは言うまでもない。

本研究では、東南アジアの都市住宅地における冷房の使用状況と窓の開閉状況の実態を、現地調査によって明らかにすることを目的とする。東南アジアの都市の多くは、一年を通じて高温多湿な気候下にある。したがって、住宅において冷房が使用された場合、その電力消費量が世帯全体の年間の電力消費量に占める割合は大きいと予想される。経済発展を続ける東南アジア諸国では、空調機の普及率が今後も伸びる見通しにあるため^{注1)}、現時点での住宅の冷房使用状況や窓の開閉状況等を把握することは、今後、東南アジアの都市住宅地の省エネルギー対策を検討していく上で重要と考えられる。

住宅内のエネルギー消費に関する調査は、従来から世界各地で頻繁に行われている。近年の研究に限ってみても、例えば、デンマー

ク、ノルウェー、スウェーデンの3国を対象としたUnanderらの研究⁵⁾、香港の住宅を対象としたTsoらの調査⁶⁾、アルゼンチン中心に位置するサンタ・ロサにおけるFilippinの調査⁷⁾、メキシコ国内の住宅を対象としたSheinbaumらの研究⁸⁾などがあり、日本にも関連する既往研究は多い^{9) -12)}。

こうした研究は、全国各地域の住宅のエネルギー消費構造を理解する上で有用なデータを提供している。しかし、その多くは、住宅内のエネルギー消費量を用途別やエネルギー源別に分析するものであり、各家庭用機器の所有台数やそれらのエネルギー消費量を調べる研究は多いものの、冷房の使用時間等の機器の詳細な使用状況を調査する研究は比較的少ないのが現状である^{注2)}。この点はMansouriら¹⁷⁾も指摘している。東南アジアでは、例えば、タイ¹⁸⁾、フィリピン^{19) 20)}、マレーシア²¹⁾などで住宅内のエネルギー消費量を調査した研究があるが、いずれも家庭用機器の使用状況は扱っていない。

一方、住宅における窓の開閉行為は、一般に、着衣量・活動量・姿勢の調整、飲食物の摂取、場所の移動などと並んで、温熱環境を調整する居住者による適応行動の一つとして捉えられている。近年では、特に自然換気された建物においては、そうした居住者による適応行動や心理的要因がその温冷感に与える影響は大きいと指摘され^{22) 23)}、この点を考察する研究が、例えば、Rajaら²⁴⁾、Wongら²⁵⁾、

本研究の一部は、APSA 2005 (ペナン, マレーシア)¹⁾とSENVAR 2005 (バンドン, インドネシア)²⁾において発表している。

* マレーシア工科大学 構築環境学部 都市・地域計画学科
講師・博士 (工学)

** マレーシア工科大学 構築環境学部 教授, 学部長・Ph.D

Lecturer, Dept. of Urban and Regional Planning, Faculty of Built Environment,
Universiti Teknologi Malaysia, Dr. Eng.

Prof. and Dean, Faculty of Built Environment, *Universiti Teknologi Malaysia,*
Ph.D

Feriadiら²⁶⁾、de Dearら²⁷⁾によって行われている。これらの研究では窓の開閉状況を調べるものが多いが、その点に特に着目したものは少ない。

これに対し、日本は夏季に高温多湿な気候を経験する都市が多く、従来から住宅の窓の開閉状況に特に着目した研究が比較的多い。例えば、松原ら²⁸⁾は、日本の特に温暖地では開放的な居住習慣を持っているため、住宅の省エネルギー化を進める上で、住宅の開放性に関する居住者の意識、生活様式などを現在以上に重視する必要があると指摘している。窓の開閉行為や居住者意識を調べる研究は、この松原ら²⁸⁾のほか、鈴木ら²⁹⁾によっても行われている。このほか、例えば澤島ら³⁰⁾は、窓の開放を含めた居住者の適応行動相互の関係を統括的に考察する研究を進めており、また、浅輪ら³¹⁾は、戸建住宅5棟において窓の開閉状況と冷房の使用状況を同時に調査し、それらの行動特性と影響要因を考察している。

本研究では、東南アジアの中心に位置するマレーシアに長期滞在しながら、東南アジアの主要都市を対象に、住宅における冷房の使用状況と窓の開閉状況に関するアンケート調査を現地の研究者と共同で行う。調査対象は、マレーシア国内の主要都市を初めとして、今後は、インドネシアやタイ、シンガポール等の主要都市に展開させる予定である。冷房の使用状況と窓の開閉状況を同時に調査し、それらに関連づけて考察する研究は、上述のとおり日本の都市を対象とした研究に僅かな例があるが、東南アジアの都市を対象とした研究は殆どない。また、類似の研究で、東南アジアの複数の国を対象に同一方法で調査した研究は見られない。したがって、本研究によって得られる結果は、東南アジアの都市住宅地の省エネルギー対策を検討する上での基礎資料として有用と考えられる。

この研究の第一段階として、マレー半島南部に位置するジョホールバル市のテラスハウス住宅地を対象とした調査を実施したので、本報ではその結果を報告する。

2. 調査方法

2-1. 対象地区の概要

ジョホールバル市は、マレー半島の最南端に位置する人口100万人ほどの首都クアラルンプールに次ぐマレーシア第二の都市である。マレーシアでは、都市人口の急激な増加に対応するため、特に1980年代以降、都市部で大規模な住宅地開発が大量に行われている。マレーシアの農村部では、従来マレーハウスと呼ばれる木造高床式の住宅が主であったが、都市部の新規開発の殆どでは煉瓦とコンクリートを用いたテラスハウスが採用された(図1)。マレーシア政府



図1 テラスハウス住宅地(タマン・ダヤ)

表1 調査対象地区の概要

	バンダバル・ウダ	ムティアラ・リニ	タマン・ダヤ
開発開始年代	1980年代初頭	2000年代	1990年代初頭
世帯数	約3,300	約900	約5,200
中心業務地区からの距離	約7km	約17km	約11km
調査日	9/4, 9/11, 9/18	9/25	10/2, 10/9
訪問世帯数	330	161	326
回収票数	144	75	147
回収率	44%	47%	45%

表2 アンケート票の設問構成

項目	設問内容
1. 基本的属性	・年齢, 性別, 職業, 家族構成 ・民族, 世帯収入, 居住年数 ・入居形式(分譲・賃貸), 階数, 部屋数 ・居住環境の総合的満足度
2. 冷房の使用状況	・空調機の有無, 台数, 設置場所, 購入年 ・冷房の使用開始・終了時刻(平日, 週末, 休日) ・空調機購入の予定, 購入を望まない理由
3. 住居窓の開放状況	・在宅時間(平日, 週末, 休日) ・窓の開閉時刻(平日, 週末, 休日) ・窓を開けない理由 ・格子窓・網戸の有無, 設置数, 設置場所
4. 天井扇の使用状況	・天井扇の有無, 台数, 設置場所 ・天井扇の使用開始・終了時刻(平日, 週末, 休日) ・その他の冷房器具, 給湯器具の有無, 台数
5. 月の電力消費量	・03年1月から04年10月までの月別電力消費量
6. 自由意見	・居住環境に関する自由意見

発行の資料³²⁾によれば、2002年現在の国内の既存住宅のうち、最も多い住宅形式はこのテラスハウス(57%)で、アパート(25%)、一戸建て(11%)がそれに続く。都市部に限ってみれば、テラスハウスの占める割合は一段と大きい。テラスハウスは、現在のマレーシア都市における最も典型的な住宅形式と言える。

この理由で、本研究ではテラスハウス住宅地を主な調査対象とする。ジョホールバル市内に立地する典型的なテラスハウス住宅地3地区(バンダバル・ウダ、ムティアラ・リニ、タマン・ダヤ)を選出し、以下に示すアンケート調査の対象とした。対象3地区の概要を表1に示す。

2-2. アンケート調査方法

調査方法は、直接訪問によるアンケート票を用いたインタビューによった。初めに対象地区から訪問する世帯を無作為抽出によって選出し、その世帯に対して調査日の告知と協力を依頼する手紙を配布した。そして、調査日に配布世帯を訪問しアンケート票を用いたインタビューを行った。

依頼状は、3地区合計で817世帯に配布した。2004年9月4日～10月9日までの毎週土曜日に、配布世帯を10名ほどの調査員が2人ずつのグループになり訪問した。回答は、その世帯の家事を最もよく理解する者に依頼した。回収票数は3地区合計で366票で、全体の回収率は45%であった。

アンケート票の設問構成を表2に示す。末尾の自由回答欄を除き、基本的にアンケート票は選択肢式質問によって構成したが、特に、①冷房の使用時間、②窓の開放時間、③天井扇(シーリングファン)の使用時間の3点に関しては、具体的な開始・終了時刻を申告させた。

電力消費量は、回答者世帯の保有する毎月の電気料金の支払い伝

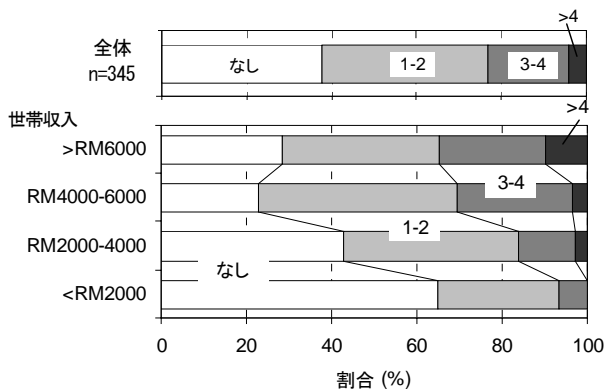
票から読み取った。インタビューでは、調査実施月から過去約2年分の伝票を見せるよう依頼したが、すべてを保有していないケースも多く、その際には回答者の記憶に基づく月平均の電気料金を聞いた。この場合には、それらの申告された電気料金を、後日電力会社の換算票を用いて電力消費量 (kWh) に換算した。

3. 結果と考察

3-1. 回答者の基本的属性

マレーシア国民は主にマレー系、中華系、インド系の3種の民族によって構成されるが、本調査の回答者全体におけるこの構成比率は国全体の比率に概ね等しかった。マレー系が回答者全体の64%を占め、中華系が28%、インド系が7%となった。回答者の世帯人数の平均は5.4人であった。世帯主の平均年齢は45歳、各世帯の平均労働者数は2.1人、高齢者のいる世帯は全体の20%で、子供の数は世帯平均2.4人であった。

回答者世帯の78%が持ち家であり、賃貸住宅は僅か22%であった。住宅形式は、全体の97%がテラスハウスで、戸建住宅は3%にとどまった。回答者の住宅は、平均198m²の敷地に建蔽率60%ほどで建設されたものが多く、1階建が全体の40%、2階建が60%で、平



注: カイ2乗値44.2 (自由度9), 1%水準で有意。

図2 月平均世帯収入と空調機設置台数の関係 (図中の数字は空調機の設置台数。縦軸は現地通貨リングギット)

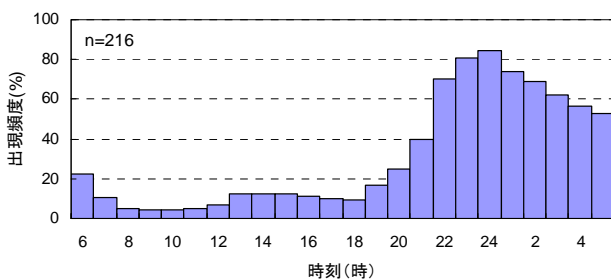


図3 冷房の使用頻度 (平日～休日を合わせた平均)

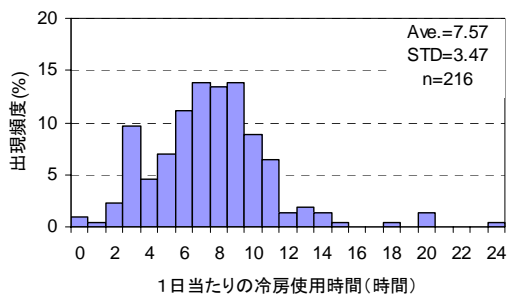


図4 一日当たりの冷房使用時間 (平日～休日を合わせた平均)

均して3.5部屋の寝室を持っていた。

3-2. 冷房の使用状況

空調機を所有する世帯は、回答者全体の62%であった (図2の上段)。回答者世帯の月平均収入とこの空調機設置台数には有意な関係が見られた (図2の下段)。月平均収入が大きい世帯ほど空調機の設置台数が多い。この結果から、経済成長に伴う世帯所得の向上によって、今後も空調機の普及が進むと予想される。

本調査では、空調機を所有する世帯の平均設置台数は2.3台であり、①主寝室 (95%)、②他の寝室 (58%)、③居間 (28%) の優先順位で設置されていた。これより、空調機の主な使用目的は就寝時の冷房と考えられる。

次に、空調機を所有する世帯に対して、一年を通じた日常的な冷房の使用時間帯を聞いた (n=216)^{注3)}。空調機を所有する世帯のみを対象として、冷房を使用している回答者世帯の割合を一時間ごとに算出した結果を図3に示す^{注4)}。なお、ここでは使用時間帯を聞く部屋を限定せず、回答者世帯の所有する少なくとも1台の空調機が使われる場合を使用時と判断させた (図5の窓の開放時間、図9の天井扇の使用時間も同様の聞き方をした)。

図3のとおり、冷房を日中使用する世帯は少ない。午前7時から午後7時までの間に冷房を使用する世帯は、空調機所有世帯全体の20%に満たない。しかし、午後7時を越えるとその割合が増加し、午前0時の時点で84%に達している。冷房使用時間は長く、明け方5時の時点で平均して53%の所有世帯が使用を続けている。

図4に、一日当たりの冷房使用時間の平均値を示す。この図では、使用時間3時間と8時間の2箇所にグラフのピークが現れている。前者は、就寝を始める午前0時付近の3時間のみを使用するグループを示し、後者は、午後10時から明け方5時までの8時間を使用するグループを示すと考えられるが、使用時間3時間のグループよりも、明け方までの8時間を使用するグループの回答者数の方が遥かに多い。全体の平均使用時間は7.6時間である。前述のとおり、空調機の多くが寝室に設置されていたので、その主な使用目的は就寝時の冷房と予測されたが、図3と図4はこの推察を裏付ける結果と

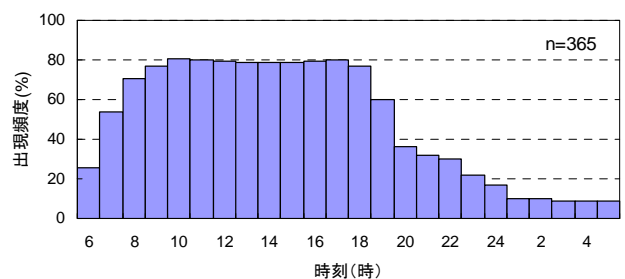


図5 窓の開放頻度 (平日～休日を合わせた平均)

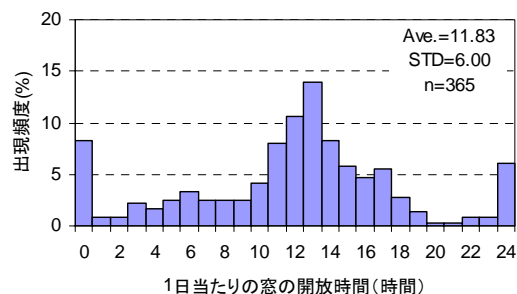


図6 一日当たりの窓の開放時間 (平日～休日を合わせた平均)

言える。

3-3. 窓の開放状況

冷房使用時間と同様に、一年を通じた日常的な窓の開放時間帯を聞いた結果を図5に示す (n=365)。この図に示されるとおり、午前9時から午後6時までの日中は回答者世帯全体の約80%が窓を開けている。しかし、その割合は午後7時以降に大きく減少し、午前1時から明け方5時までの夜間に窓を開けている世帯は全体の10%に満たない。

前述(2-1)のとおり、本調査で対象とするテラスハウスは煉瓦とコンクリートを用いて造られたものが殆どであり、こうした建物は、一般に開口部面積が小さく、また建築躯体の熱容量が大きい。したがってこの場合には、夜間換気を積極的に利用して、日中吸収された建物の熱を夜間冷却することが特に有効と考えられるが、図5のとおり、夜間窓を開けている世帯は少ないことが分かる。

ここで注目すべき点は、こうした窓の開閉行為は空調機所有の有無によらないという点である。図5は回答者全体の結果 (n=365) を示しているが、これを空調機所有者 (n=227) と非所有者 (n=138) に分け集計し、図5と同様の解析を行った。その結果、窓の開放時間帯の回答には、両グループの間で殆ど差がなかった。また、図4に示す「冷房の使用時間」と図6の「窓の開放時間」を変数として単回帰分析を行ったが、この2つの回答にも高い相関は見られなかった ($r=0.18$)。すなわち、本調査では、居住者の窓の開閉行為は空調機所有の有無に殆ど関係しない。このことから、図5のとおり夜間窓を開ける世帯は少ないが、これは冷房を使用していること以外に主な要因があるためと判断できる。夜間換気を積極的に利用させ就

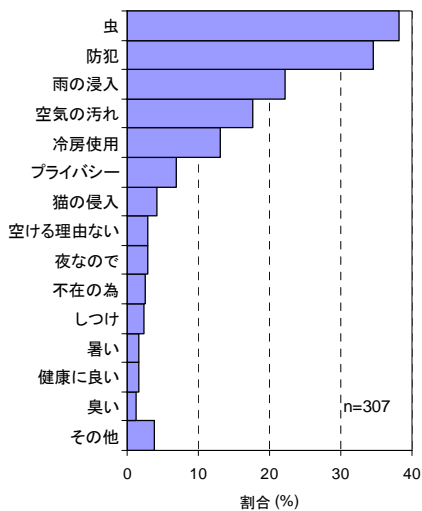


図7 窓を開けない理由 (複数回答)

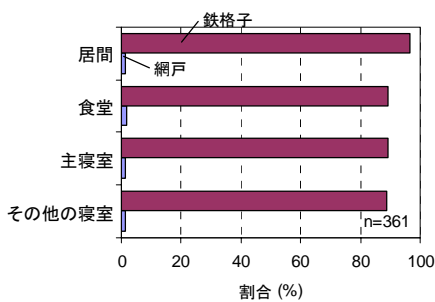


図8 鉄格子・網戸の設置状況

寝時の冷房使用を抑えるよう居住者に促すためにも、今後は、そうした住宅の窓を閉めさせる冷房使用以外の要因を探り、それらを改善することが重要と考えられる。

図6に、一日当たりの窓の開放時間の平均値を示す。一日中まったく窓を開けない世帯 (0時間) が8%、逆に一日中窓を開けている世帯 (24時間) が6%ほどいるが、多くは開放時間10時間から17時間の間に分布している。これらは、図5で最も頻度の高い午前7時から午後7時までの時間帯に概ね対応していると考えられる。

図7は、一日のうちで窓を開けない理由を複数回答の選択肢式質問によって聞いた結果である。ここに示されるとおり、最も多かった理由は「虫:38%」であり、「防犯:35%」、「雨:22%」、「空気の汚れ:18%」がそれに続いた。虫を選択した回答者の多くは、特に蚊の侵入を嫌ったものと考えられる。上述のとおり、冷房使用は窓を閉める主な理由にはなっていないと推察されたが、この図7においても、「冷房使用」を理由に挙げた回答者は全体の13%にとどまった。この図7に挙げられた上位項目は、今後、マレーシアの都市住宅地において住宅の窓の開放を促す対策を検討する際に、特に参考とすべき項目と言えよう。

図8は、各部屋の窓への「鉄格子」と「網戸」の設置状況を示す。この図に示されるとおり、鉄格子は、主に防犯上の理由から、約9割の回答者世帯におけるすべての部屋の窓に採用されている。しかし、上述のとおり多くの回答者が虫の侵入を嫌って窓を閉めているにも拘らず、住宅の窓に網戸を設置している世帯はいずれの部屋も全体の2%に満たない。したがって、今後は、住宅の窓の開放を促す対策のひとつとして、テラスハウスへの網戸の設置が検討されるべきと考えられる。

3-4. 天井扇の使用状況

マレーシアの都市住宅の殆どでは、建設時から天井扇が設置されている。本調査でも、98%の回答者世帯で少なくとも1台の天井扇が設置されていた。天井扇を所有する世帯全体の平均設置台数は3.9台であり、①居間 (96%)、②主寝室 (78%)、③他の寝室 (66%)、④食堂 (41%) の優先順位で取り付けられていた。前述(3-2)のと

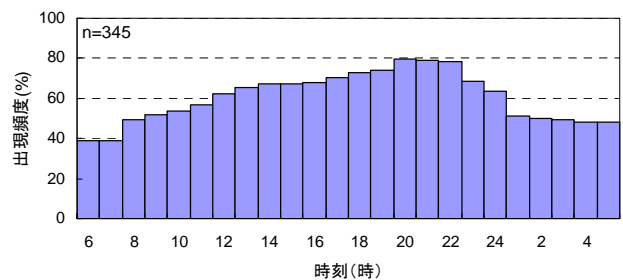


図9 天井扇の使用頻度 (平日～休日を合わせた平均)

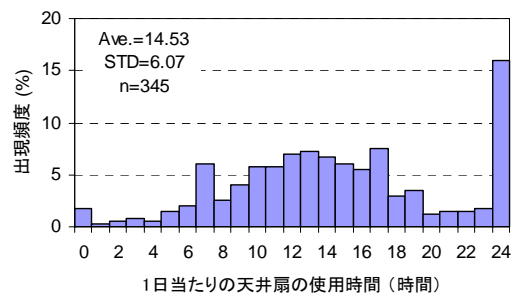


図10 一日当たりの天井扇の使用時間 (平日～休日を合わせた平均)

表3 月平均電力消費量と各変数の関係

説明変数	相関係数 (r)
1 空調機の設置台数	0.55**
2 冷房使用時間	0.52**
3 シャワー用給湯器の設置台数	0.45**
4 世帯収入	0.39**
5 敷地面積	0.37**
6 部屋数	0.30**
7 建築面積	0.30**
8 延べ床面積	0.29**
9 天井扇の設置台数	0.29**
10 世帯人数	0.24**
11 天井扇の使用時間	0.18**
12 在宅時間	0.11*
13 窓の開放時間	-0.03

*=5%水準で有意; **=1%水準で有意

表4 月平均電力消費量を目的変数とした重回帰分析結果

説明変数	非標準化係数	標準化係数	有意性
x ₁ : 空調機の設置台数	78.01	0.362	**
x ₂ : 冷房使用時間	39.75	0.419	**
x ₃ : 世帯収入	0.0166	0.173	**
x ₄ : 敷地面積	0.305	0.114	*
定数	-93.04		
決定係数 (R ²)	0.53		

*=5%水準で有意; **=1%水準で有意

おり、空調機は主に就寝時の冷房を目的に寝室に置かれることが多かったが、これに対し、天井扇は特に居間に優先的に設置されていることが分かる。

冷房使用状況や窓の開放状況と同様に、一年を通じた日常的な天井扇の使用時間帯を聞いた結果を図9に示す。ここでは、天井扇所有者 (n=345) のみを対象としている。この図に示されるとおり、天井扇については、一日を通じて比較的長時間使用する世帯が多い。午前1時から午前7時までの夜間でも、所有世帯の約4割が使用している。最も使用頻度が高いのは、午後8時から午後10時までの3時間であり、この時間帯には所有世帯の約8割が使用している。天井扇は特に居間に設置される傾向があったことから、これは夕食前後の家族団らん時に使用される影響と推察される。

図10に、一日当たりの天井扇使用時間の平均値を示す。この図に示されるとおり、およそ16%の所有世帯が一日中天井扇を使用している。全体の平均使用時間は15時間であり、これは冷房の平均使用時間 (7.6時間) のおよそ2倍である。

3-5. 月平均電力消費量の重回帰分析

冷房使用が世帯全体の電力消費に及ぼす影響を考察する目的で、世帯当たりの月平均電力消費量を目的変数とした重回帰分析を行った。なお、本調査における世帯当たりの月平均電力消費量は455kWhであった。

はじめに、選択した各説明変数と目的変数 (月平均電力消費量) 間で単重回帰分析を行った。得られた相関係数を表3に示す。この表に示されるとおり、もっとも相関が高かったのは「空調機の設置台数 (r=0.55)」で、「冷房使用時間 (r=0.52)」, 「シャワー用給湯器の設置台数 (r=0.45)」, 「世帯収入 (r=0.39)」, 「敷地面積 (r=0.37)」がそれに続いた。

表5 居住環境に関する自由意見 (抜粋)

項目	自由意見
1.防犯	<ul style="list-style-type: none"> ・近隣とのコミュニケーションが良好である。この町には居住者組合があるので、地区の防犯レベルは高い(バ)。 ・近所によい人が多い。しかし、近所で強盗事件が起きている。警察が地区を巡回してくれたら嬉しい(ム)。 ・我々の地区では小さな窃盗事件が頻繁に起きる。一週間に2回のペースだ。地区内により多くの守衛所を設置する必要があるだろう(ム)。 ・地区の防犯レベルは低い。このため、我々は窓を閉める必要がある(タ)。
2.安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・街路は狭く交通量が多いため、子供を遊ばせるには危険である(バ)。 ・この地区には野良犬が多く危険だ(ム)。
3.コミュニティー	<ul style="list-style-type: none"> ・地区のコミュニティー活動が盛んだ。私たちが宗教活動などによく参加している(バ)。 ・民族間で文化が異なるので、地域交流は盛んではない(タ)。
4.騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・自宅が幹線道路沿いにあるので、騒音にはいつも悩まされている(バ)。 ・オートバイの違法レースによる騒音がひどい(タ)。
5.熱環境	<ul style="list-style-type: none"> ・もっと我が家(テラスハウス)の屋根が高ければ、換気が良いのと思う(バ)。 ・夕方は西日で非常に暑い。家の周辺にもっと多くの木を植えることで、住宅の暑さを緩和できると思う(ム)。
6.空気の汚れ	<ul style="list-style-type: none"> ・大気汚染は問題である。多くの住民が、家の外でゴミを燃やして居て、これが汚れの原因になっている(バ)。 ・居住環境には満足している。ただ、特に雨が降った後、工場から強い臭いがする(バ)。
7.衛生	<ul style="list-style-type: none"> ・多くの住民が家の裏側にゴミを投棄するので、裏通りはひどい環境になっている(バ)。 ・シンガーボール人が多く、彼らの住宅は空き家になりがちである。そうした家は、管理されず汚い(バ)。 ・ゴミ収集システムは時間を守らない。ぜひ改善されるべきだ(タ)。
8.公共施設	<ul style="list-style-type: none"> ・他の地区に比べ、この地区は公共施設がよく整備されている。ここでは、公民館やモスクなどもある(バ)。 ・もっと街灯を配備して欲しい。夜間とても暗い(タ)。

注:原文はマレー語と英語。コメント末尾の括弧内には対象地区の頭文字を示す。

次に、表3で比較的高い相関係数が得られ、なおかつ有意と認められた説明変数を取り上げ、月平均電力消費量を目的変数とした重回帰分析を行った。ステップワイズ法を用いて得られた重回帰式の回帰係数を表4に示す。

得られた重回帰式の決定係数 (R²) は0.53であり、この式の当てはまりは良いと考えられる。つまり、本調査では、「空調機の設置台数」、「冷房使用時間」、「世帯収入」、「敷地面積」の4変数を説明変数に持つ重回帰式によって月平均電力消費量を説明できることが分かった。4つの説明変数の回帰係数はすべて正であり、このモデルを用いた予測では、各変数の増加に伴って電力消費量は増大する。標準化係数によって各説明変数間の影響の大小を比較すれば、月平均電力消費量に及ぼす影響が最も大きいのは「冷房使用時間 (0.42)」であり、「空調機の設置台数 (0.36)」がそれに続く。重回帰分析に用いた説明変数が限られるので、一概に結論付けることはできないが、この結果は、マレーシアのテラスハウス住宅地における省エネルギー対策のひとつとして、空調機の台数とその使用時間を適切に抑えることが特に重要であることを示唆している。

3-6. 自由意見

アンケート票の末尾に自由記入欄を設け、居住環境に関する自由意見を収集した。主要なコメントを抜粋し表5に示す。366の回答者中、297人 (81%) から少なくとも一つコメントが得られた。

自由意見で最も多かったものは、地区の防犯上の問題に関するコメントであり、これは3つの対象地区に共通した傾向であった (表

5の1)。強盗や盗難事件が頻繁に発生しており、実際の被害者をインタビューしたケースもあった。前述(3-3)のとおり、回答者世帯の約9割が既に防犯を目的とした鉄格子を窓に設置していたが(図8)、地区の防犯には依然として大きな不安を持っている。図7でも、防犯上の問題は窓を開けない大きな理由のひとつであった。居住者を安心させ、窓を開けるよう促す目的からも、住宅地の防犯対策の一層の強化が必要であろう。

安全性に関するコメントでは、道路の狭さや交通量の多さを指摘するものが多かった(表5の2)。また、近隣コミュニティーの関係は、「良い」と答える回答者と「悪い」と答える回答者に大きく分かれた。悪いと答える回答者の多くは、民族間の文化の違いがお互いの交流の障壁になっていると明かした(表5の3)。

熱環境に対する不満も多く、住宅デザインや周辺の植栽によって暑さを緩和できると考える住民もいた(表5の5)。特にシンガポールとの国境に近いバンダバル・ウダでは、週末だけを過ごすシンガポール人居住者が多く、そうした居住者が不在になりがちなことによる不満を持っている回答者が多かった(表5の7)。

4. まとめ

本研究では、東南アジアの都市住宅地における冷房の使用状況と窓の開閉状況の実態を、現地調査によって明らかにすることを目的とする。この第一段階として、本報では、マレー半島南部に位置するジョホールバル市のテラスハウス住宅地を対象としたアンケート調査(n=366)を実施した。得られた主な知見を以下にまとめる。

(1)本調査では、回答者世帯全体の62%が空調機を所有していた。回答者世帯の月平均収入と空調機設置台数には有意な関係が見られ、月平均収入が大きい世帯ほど空調機の設置台数が多かった。この結果から、経済成長に伴う世帯所得の向上によって、今後も空調機の普及が進むと予想された。

(2)午前7時から午後7時までの間に冷房を使用する世帯は比較的少なかったが、午後7時を越えるとその割合が増加し、午前0時の時点で空調機所有世帯全体の84%に達した。冷房使用時間は平均7.6時間と長く、明け方5時の時点でも平均して53%の世帯が使用を続けていた。

(3)世帯当たりの月平均電力消費量を目的変数とした重回帰分析を行った。この結果、本調査では、「空調機の設置台数」、「冷房使用時間」、「世帯収入」、「敷地面積」の4変数を説明変数に持つ重回帰式によって月平均電力消費量を説明できることが分かった。この4変数間では、特に、「冷房使用時間」と「空調機の設置台数」の標準化係数が大きかった。この結果は、マレーシアのテラスハウス住宅地における省エネルギー対策のひとつとして、空調機の台数とその使用時間を適切に抑えることが特に重要であることを示唆している。

(4)午前9時から午後6時までの日中は、回答者世帯全体の約80%が窓を開けていたが、その割合は午後7時以降に大きく減少し、午前1時から明け方5時までの夜間に窓を開けている世帯は全体の10%に満たなかった。本調査では、居住者の窓の開閉行為は空調機所有の有無に殆ど関係しなかった。このことから、夜間窓を開ける世帯が少ないことは、冷房を使用していること以外に主要な要因があるためと判断された。夜間換気を積極的に利用させ就寝時の冷房使用を抑えるよう居住者に促すためにも、そうした住宅の窓を閉めさせ

る冷房使用以外の要因を探り、それらを改善することが重要と考えられる。

(5)窓を開けない理由として最も多く選択された項目は、「虫の侵入」であった。しかし、こうして回答者の多くが虫の侵入を嫌って窓を閉めているにも拘らず、住宅の窓に網戸を設置している世帯はいずれの部屋でも全体の2%に満たなかった。したがって、今後は、住宅の窓の開放を促す対策のひとつとして、テラスハウスへの網戸の設置が検討されるべきと考えられる。また、回答者世帯の約9割が防犯を目的とした鉄格子を設置していたが、依然として防犯上の問題を理由に窓を開けない世帯は多く、地区の防犯に不安を持っているという自由意見も多数見られた。居住者を安心させ、窓を開けるよう促す目的からも、住宅地の防犯対策の一層の強化が必要であろう。

国の経済成長を優先するマレーシアでは、市民レベルの省エネルギー意識は必ずしも高いとは言えない。住宅地の省エネルギーの実現にとって、居住者意識の向上が重要であることは言うまでもない。こうした調査研究を現地で継続することによって、居住者意識を喚起していくことも今後の課題のひとつである。

謝辞

本研究は、筆頭者久保田徹が平成15年度派遣の日本学術振興会・海外特別研究員として実施した研究(受入研究者:スビアン アーマッド)の一部である。

注

注1) Mahliaら(文献4)によれば、マレーシア全土の空調機所有台数は1990年までの過去30年間で約17倍に増加した。

注2) Energy and Buildings誌・1992年18号(文献13)には、冷房使用を社会的・文化的観点から考察する研究が特集されており、アメリカや日本、タイにおける調査結果が詳細に報告されている。また、日本には関連する研究が比較的多く、例えば、北陸地域の戸建住宅を対象とした垂水ら(文献14)の研究、全国的調査によって住宅の暖冷房時間や暖冷房期間の実態を明らかにした坊垣ら(文献15)の研究、冷房使用時間長さの要因を考察した梅宮ら(文献16)の研究がある。

注3) マレーシアのマレー半島部は、北緯1度から7度までの間に位置し、全土が熱帯気候下にある。モンスーンの影響によって風向に年変化はあるものの、気温と湿度の年変化は小さい。ジョホールバルのセナイ気象台の過去18年間の観測によれば、月平均気温の年間の変動は1℃以内、月平均相対湿度の変動は4.9%以内であり、日常的に季節の変化が意識されることは少ない。この理由で、本アンケート調査では、一年を通じた日常的な印象を聞いた。

注4) 冷房の使用頻度(図3)、窓の開放頻度(図5)、および、天井扇の使用頻度(図9)の各質問では、①平日、②週末、③休日の3とおりに分けて時間帯を尋ねた。しかし、それら3つの質問で、3とおりの回答には殆ど差は見られなかった。そこで、3とおりの結果を基に重み付け平均を行い一日当たりの平均値を算出した。本報ではこの一日当たりの平均値を使用している。

本論文に関連する発表文献

- 1) Kubota, T. and Supian Ahmad: Questionnaire survey on behavior for natural ventilation and electricity consumption in terraced houses, a case study of Johor Bahru City, Proceedings of 8th International Asian Planning Schools Association (APSA) Congress, Penang, Malaysia, CD-Rom, 2005. 9
- 2) Kubota, T. and Supian Ahmad: Energy efficient city in Malaysia, wind flow in

neighborhood areas, Proceedings of the 6th International Seminar on Sustainable Environment and Architecture (SENVAR), Bandung, Indonesia, pp.8-19, 2005. 9

参考文献

- 3) Malaysia, Ministry of Energy, Communications and Multimedia: National Energy Balance Malaysia, 2002.
- 4) Mahila, T.M.I., Masjuki, H.H., Saidur, R., Amalina, M.A.: Viewpoint mitigation of emissions through energy efficiency standards for room air conditioners in Malaysia, *Energy Policy* 32, pp.1783-1787, 2004.
- 5) Unander, F., Etetstøl, I., Ting, M., Schipper, L.: Residential energy use: an international perspective on long-term trends in Denmark, Norway and Sweden, *Energy Policy* 32, pp.1395-1404, 2004.
- 6) Tso, G.K.F., Yau, K.K.W.: A study of domestic energy usage patterns in Hong Kong, *Energy* 28, pp.1671-1682, 2003.
- 7) Filippin, C.: Energy consumption profile of public housing for lower-mid income facilities in a fast growing city of Argentina, *Habitat Intl.* 23(1), pp.125-134, 1999.
- 8) Sheinbaum, C., Martinez, M., Rodriguez, L.: Trends and prospects in Mexican residential energy use, *Energy* 21(6), pp.493-504, 1996.
- 9) 日本建築学会：平成 13 年度「住宅内のエネルギー消費に関する全国的調査研究」報告書，日本建築学会，2002. 3
- 10) 三浦秀一：全国における住宅の用途別エネルギー消費と地域特性に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第 510 号，pp. 77-83，1998. 8
- 11) 石田健一：戸建住宅のエネルギー消費量，日本建築学会計画系論文集，第 501 号，pp. 29-36，1997. 11
- 12) 澤地孝男，ほか 9 名：用途別エネルギー消費量原単位の算出と推定式の作成，全国的調査に基づく住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究(第 1 報)，日本建築学会計画系論文集，第 462 号，pp. 41-48，1994. 8
- 13) *Energy and Buildings* (entire issue) 18, 1992.
- 14) 垂水弘夫，久保猛志，酒井健興：北陸の戸建住宅における温冷感を中心とした居住者意識調査，断熱仕様・暖冷房等の実態と快適性評価の高い住宅の抽出，日本建築学会計画系論文集，第 488 号，pp. 25-34，1996. 10
- 15) 坊垣和明，澤地孝男，ほか 8 名：全国的調査に基づく住宅の暖冷房時間および暖冷房期間に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第 509 号，pp. 41-47，1998. 7
- 16) 梅宮典子，吉田治典，小林恒夫：冷房利用時間長さの要因に関する研究，京都における大学生の冷房利用行動について，日本建築学会計画系論文集，第 543 号，pp. 101-108，2001. 5
- 17) Mansouri, I., Newborough, M., Probert, D.: Energy consumption in UK households: impact of domestic electrical appliances, *Applied Energy* 54(3), pp.211-285, 1996.
- 18) Pongsapich, A., Wongsekiarttirat, W.: Urban household energy consumption in Thailand, *Energy* 19, pp.509-516, 1994.
- 19) Bensel, T.G., Remedio, E.M.: Residential energy use patterns in Cebu city, Philippines, *Energy* 20(3), pp.173-187, 1995.
- 20) Garcia, R.A., Manegdeg, F., Raneses, N.O.: Household energy consumption surveys in three Philippine cities, *Energy* 19(5), pp.539-548, 1994.
- 21) Yatim, B.B.: Domestic energy consumption in West Malaysia, *Energy* 15(11), pp.1061-1063, 1990.
- 22) Baker, N., Standeven, M.: Thermal comfort for free-running buildings, *Energy and Buildings* 23, pp.175-182, 1996.
- 23) Brager, G.S., de Dear, R.: Thermal adaptation in the built environment: a literature review, *Energy and Buildings* 27, pp.83-96, 1998.
- 24) Raja, I.A., Nicol, J.F., McCartney, K.J., Humphreys, M.A.: Thermal comfort: use of controls in naturally ventilated buildings, *Energy and Buildings* 33, pp.235-244, 2001.
- 25) Wong, N.H., Feriadi, H., Lim, P.Y., Tham, K.W., Sekhar, C., Cheong, K.W.: Thermal comfort evaluation of naturally ventilated public housing in Singapore, *Building and Environment* 37, pp.1267-1277, 2002.
- 26) Feriadi, H., Wong, N.H.: Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia, *Energy and Buildings* 36, pp.614-626, 2004.
- 27) de Dear, R., Brager, G.S.: Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55, *Energy and Buildings* 34, pp.549-561, 2002.
- 28) 松原斎樹，上野涼子，藏澄美仁，大和義昭，松原小夜子：京都市近辺地域における住宅居住者の開放志向，日本生気象学会雑誌，Vol. 39 (4)，pp. 79-92，2003. 4
- 29) 鈴木玉美，梅宮典子，吉田治典：夏季から秋季にかけての窓開閉行為の要因に関する研究，大学キャンパスにおける学生を対象とした調査，日本建築学会計画系論文集，第 556 号，pp. 91-98，2002. 6
- 30) 澤島智明，松原斎樹，藏澄美仁：防暑行為の実施実態と居住者の意識・価値観，プレハブ住宅居住者の夏の防暑行為に関する研究 その 1，日本建築学会環境系論文集，第 578 号，pp. 9-15，2004. 4
- 31) 浅輪貴史，梅干野晃，ほか 2 名：戸建住宅における窓開閉・冷房使用の行動特性と影響要因解析，日本建築学会環境系論文集，第 593 号，pp. 87-94，2005. 7
- 32) Malaysia, Ministry of Finance Malaysia: Property market report 2002, 2002. (2006 年 1 月 10 日原稿受理，2006 年 7 月 14 日採用決定)