

日常生活的温熱環境に関する調査研究 (その1) 夏季におけるホテル客室の温湿度環境

石井昭夫

九州大学大学院芸術工学研究院環境計画部門

Field surveys on thermal environment in usual living spaces Part 1: Air temperature and humidity in hotel bedrooms in summer season

ISHII, Akio

Department of Environmental Design, Kyushu University

ABSTRACT; Air temperature and humidity were measured in air-conditioned guest rooms of six hotels in summer, 2003. Air temperatures measured, in general, were rather too low either from the viewpoint of comfort/health or energy conservation. Air conditioning with too low temperature set annoyed the guest especially during sleeping; it made him feel too cool when operating and too warm when not, disturbing his ease. Japanese government, aiming at the reduction of carbon dioxide emissions to the level proposed at COP3 meeting held in Kyoto in 1997, requires air-conditioning with air temperature lower than 28C. For meeting to this guideline and thermal comfort, higher temperature setting should be taken into consideration.

1. はじめに

温熱環境が日常生活における快適性・健康性を支配する重要な要因であることは言うまでもないことであるが、その環境形成に当たっては、地球環境性、すなわち、地球資源の消費の抑制および地球環境へのインパクトの防止、とのバランスを図ることが必要である。その方策としては、省エネルギーの推進とともに、人工的環境調整への依存を減らすために日常生活における人間の適応能力の活用を図ることが検討されるべきである。

再言するが、省エネルギーを図ることは、地球資源枯渇の防止に加えて、地球温暖化等の地球環境問題緩和の観点からも、きわめて重要なことである。第一次オイルショック(1973)を契機として1979年に制定された省エネ法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)は数次にわたって改正されてきたが、昨年(2002年12月11日)大幅に改正され、今年(2003年4月)から実施された。今回の改正の主目的は、消費量の増加傾向が顕著な民生エネルギーの抑制を図ることにあるが、その背景には地球温暖化防止を目指した1997年COP3(第3回気候変動枠組み条約締約国会議)の京都議定書の推進のための温室効果ガス二酸化炭素の縮減という緊要の命題がある。

民生部門における省エネルギーの具体的な方策としては、省エネルギー・省資源対策推進会議省庁連絡会議から、夏季[冬季]については「住宅・ビル等においては、冷房中[暖房中]の室温が28℃を下回らない[20℃を上回らない]ように適切な調整に努める等、エネルギー消費について適正な管理を行うこと」(2002/06/27)[2002/11/29]、が提言されている。さらに、いずれの時期についても、「第二種エネルギー管理指定工場(オフィス、デパート、ホテル、学校等)について、エネルギー管理の徹底を図るととも

に、……。また、従業員に対し省エネルギーに関する研修等の機会の提供に努めること」が推奨されている。

産業部門に比べて法的規制が少ない民生部門では、管理者・居住者の理解ある管理に委ねられていることが大半である。しかし、多様な一般市民が係わる日常生活においては、嗜好・温熱感覚等の個人的特性、他者へのサービスの必要性、作業活動・服装の相違、基礎的知識・情報の周知不徹底、など種々の要因があるため、上述の省庁連絡会議で提言されたような一定した環境管理を期待することは容易なことではない。したがって、今後、民生部門において実効的な省エネルギー対策を進めて行くためには、日常生活における温熱環境の実態を把握し、問題点を明らかにすることがきわめて重要である。

以上のような観点から、調査者は日常生活におけるさまざまな環境における温熱環境の実測調査を行っている。本論文ではこれらの実測のうち、夏季ホテル客室における温湿度測定結果に基づいて、温熱的快適性および省エネルギー性の観点から、ホテル客室の温熱環境について報告する。

2. 調査概要

調査者Aに小型温湿度データロガーを常時携帯させ、あわせて行動記録を規定の用紙に随時メモさせている。温湿度データ採取は2分間隔である。今回の解析対象の6ホテルの概要を表-1に示す。調査は調査者が用務により出張した際に宿泊客として行われたものである。前半の4ホテルは、携行ロガーが1台のため、ホテルの測定は必ずしも常時継続的に行われているわけではない。後半の2ホテルではホテル専用のロガーを携行したので、常時客室に設置しておいた。

表-1 調査ホテルの概要

ホテル	所在地	タイプ・料金	空調制御	宿泊日(調査日)	客室数
OK	東京都港区	T****	温度 1℃	07/31(木)~08/01(金)	S149, T396, D182, O130
SHA	大阪市	S***	風量 LMH	08/07(木)~08/08(金)	S274, T20, D8
KB	宮崎市	S**	ON-OFFのみ	08/21(木)~08/22(金)	不明(100室程度?)
FH	宮崎県北郷町	T**	風量 LMH	08/22(金)~08/23(土)	101室(HPによる)
GC	名古屋市	T****	温度 0.5℃	09/03(水)~09/07(日)	S81, T105, D51, O9
MC	島根県松江市	S*	風量 LMH	09/16(火)~09/19(金)	S39, T6, D6

料金(税サ別、一人)はホテルガイド(昭文社)による。*5000円以下、**5000~10,000円、***10,000~15,000円、****15,000円以上。客室はSシングル、Tツイン、Dダブル、Oその他。

3. 調査結果

前出表-1に示したホテルの特性のうち、客室内温熱環境形成にもっとも大きな影響を及ぼすものは空調制御方式である。これにより分類して解析する。

3.1 温度制御がついているもの

デジタルあるいはアナログ式の温度調節パネルがついているものは、宿泊客としては、一応、温度設定が選択可能であると考えられる。ホテルOKおよびGCがこれに当たる。

(1) ホテルOK(東京都港区)

客室にはダイヤル式の1℃キザミの温度パネルがついている。OKにおける実測結果を表-2に示す。チェックイン入室時には25℃に設定されていたが、冷えを感じた調査者は、26℃に設定を変更した後、

表-2 ホテルOKにおける設定温度別の実現温熱環境

No.	測定日時	Data数	設定温度	平均気温(最小、最大)	平均湿度(最小、最大)
①	07/31 13:28- 07/31 17:24	120	26℃	25.0 [24.8, 25.4]	61.6 [60, 63]
②	07/31 17:36- 07/31 19:54	70	28℃	25.3 [25.0, 25.6]	62.9 [62, 65]
③	07/31 20:04- 08/01 05:20	278	29℃	25.2 [24.8, 25.7]	61.4 [59, 64]
④	08/01 05:30- 08/01 05:58	14	空調停止	25.5 [25.4, 25.6]	63.0 [62, 65]
⑤	08/01 06:06- 08/01 06:36	14	衣装戸棚	26.4 [26.4, 26.4]	62.4 [62, 63]

(2) ホテルGC(名古屋市)

客室には0.5℃キザミの温度パネルがついている。滞在も4泊と長く、ホテル専用のロガーを滞在中客室に設置していたので設定温度を細かく設定・変更している。ホテルGCにおける測定結果を設定温度別にまとめて表-3に示す。大きな特徴として、設定温度に対して実現平均温度が高く、データ数で重み付けした平均設定誤差は1.7℃である。設定温度が高くなると誤差が大きくなる傾向が見られ、設定が26℃以上になると、冷房の用を果たさないことが多くなる。温度変動幅は概して大きく、2.0℃以上が9例、そのうち5例は3.0℃以上であるが、設定温度が低いほど変動幅が大きくなる傾向が見られる。

設定温度が25℃以下では、平均実現温度は比較的妥当な数値ではあるものの、変動幅が大きいため、在室者はcoolな環境からwarmな環境まで暴露されることになり、温熱的快適性はかなり損なわれる。特に、就寝中は問題が大きい。No.⑩では夕方に24℃

外出した(①)。帰室後、やはり冷えを感じたため28℃に設定値を上げ(②)暫時在室後、外出した。帰室後、温熱環境の改善が感じられないので、29℃にさらにあげて就寝した(③)が、05:20頃にはついに空調を停止した(④)。停止時の温度は25.5℃であった。停止後30分ほどしてロガー作動状況のチェックのため、衣装戸棚に入れている(⑤)。

表-2を見ると、①②③と設定温度を変えても、実現温度および相対湿度にはほとんど変化がないことがわかる。すなわち、温度調節パネルは設置されているものの全く機能されておらず、中央で一括制御されているものと考えられる。なお、①②③の温度の変動幅は0.6~0.9℃と小さいことから制御の精度は高い。

に設定し外出したが、帰室後は26℃前後であったため設定はそのままにして就寝した。しかし、深夜(2時過ぎ)に冷えを感じたため設定を25.5℃に変更している(⑩)。設定変更時周辺では室温が24.0℃まで低下していた。

3.2 風量調節がついているもの

押しボタン式あるいはダイヤル式のL,M,Hの風量調節がついているものは、一般宿泊客としては解釈にとまどうであろう。Lが低温を意味するのか、冷房能力が低いのか、まぎらわしい。ホテルSHA、FH、MCがこれに当たる。

(1) ホテルSHA(大阪市)

表-4はホテルSHAの測定結果である。チェックインが遅かったのと、収録データ数がFULLになってロガーが停止してしまったため、1事例のみである。平均気温は25.6℃で、温度変動幅は1.6℃である。

表一 3 ホテル GC における設定温度別の実現温熱環境

No.	測定日時	Data	気温, °C			相対湿度, %
			設定	平均 (設定誤差)	[最小、最大], 幅	平均[最小、最大]
①	09/03 13:08- 09/03 16:36	103	24	25.6 (1.6)	[24.1, 27.1], 3.0	66.1[57, 75]
⑰	09/06 17:38- 09/07 02:22	264	24	25.6 (1.6)	[23.7, 26.5], 2.8	70.1[61, 75]
③	09/03 17:44- 09/03 20:20	79	24.5	26.0 (1.5)	[24.8, 26.8], 2.0	73.8[62, 79]
②	09/03 16:44- 09/03 17:38	27	25	26.7 (1.7)	[26.1, 27.3], 1.2	74.8[72, 76]
④	09/03 20:28- 09/04 06:26	300	25	26.9 (1.9)	[24.8, 27.8], 3.0	74.4[67, 79]
⑬	09/05 18:34- 09/05 21:44	95	25	26.3 (1.3)	[24.3, 27.4], 3.1	65.7[57, 72]
⑯	09/06 15:12- 09/06 17:30	69	25	25.9 (0.9)	[24.3, 27.3], 3.0	68.1[59, 74]
⑤	09/04 06:34- 09/04 18:08	347	25.5	27.3 (1.8)	[25.2, 28.1], 2.9	67.4[56, 77]
⑦	09/04 20:26- 09/05 04:36	246	25.5	27.3 (1.8)	[24.5, 28.0], 3.5	67.8[61, 73]
⑭	09/05 21:50- 09/06 06:18	254	25.5	27.6 (2.1)	[26.4, 28.0], 1.6	64.6[62, 71]
⑱	09/07 02:30- 09/07 03:22	27	25.5	26.0 (0.5)	[25.4, 26.4], 1.0	70.4[67, 74]
⑥	09/04 18:16- 09/04 20:18	62	26	28.2 (2.2)	[27.8, 28.5], 0.7	67.2[63, 70]
⑫	09/05 17:34- 09/05 18:28	25	26	27.3 (1.3)	[25.7, 28.5], 2.8	64.2[59, 69]
⑮	09/06 06:24- 09/06 15:06	261	26	28.2 (2.2)	[26.4, 28.6], 1.8	62.9[58, 70]
⑩	09/05 09:14- 09/05 09:46	17	26.5	28.8 (2.3)	[28.7, 28.8], 0.1	63.0[63, 63]
⑪	09/05 09:54- 09/05 16:58	210	26.5	29.0 (2.5)	[28.6, 29.4], 0.8	59.2[54, 64]
⑲	09/07 03:30- 09/07 09:58	194	26.5	27.2 (0.7)	[26.5, 28.3], 1.8	63.0[58, 68]
⑨	09/05 07:44- 09/05 09:06	42	27	28.5 (1.5)	[28.0, 28.6], 0.6	63.7[63, 66]
⑧	09/05 04:44- 09/05 07:36	87	停止	27.7	[27.6, 28.0], 0.4	67.3[66, 68]

表一 4 ホテル SHA における実現温熱環境

No.	測定日時	Data 数	設定	平均気温 (最小、最大)	平均湿度 (最小、最大)
①	08/07 20:20- 08/07 22:16	59	風量 LOW	25.6[24.8, 26.4]	54.8[50, 59]

(2) ホテル FK (宮崎県北郷町)

表一 5 はホテル FK の測定結果を示す。チェックイン後約 1 時間は LOW で運転し、その後の 1 時間は HIGH で運転したが、いずれの風量でもほとんど同程度の温熱環境が形成されている。平均気温は 23°C 以下で、温度変動幅は 0.7°C と、かなり冷涼な状態である。②の後、空調はつけたままであるが、食

事にロガーを携行したので、客室の記録はない。21:40 帰室後 20 分ほどは空調をつけたままであったが、冷えを強く感じたため空調は 22:00 に停止した。停止直前 6 データの平均気温は 21.9°C と冷却が進んでいた。空調停止以降は気温は次第に上昇し、翌日 07:00 には 28.3°C に至ったが、特に暑さを感じる事がなかったため空調はつけていない。

表一 5 ホテル FK における設定風量別の実現温熱環境

No.	測定日時	Data 数	設定	平均気温 (最小、最大)	平均湿度 (最小、最大)
①	08/22 16:06- 08/22 16:56	26	風量 LOW	22.8[22.5, 23.2]	55.1[54, 56]
②	08/22 17:06- 08/22 18:18	37	風量 HIGH	23.0[22.6, 23.3]	56.7[56, 58]

(3) ホテル MC (島根県松江市)

表一 6 はホテル MC の測定結果を示す。初日①はチェックイン後空調をつけ放しであったが、就寝中に寒くなったので OFF にした。測定記録によると、22:20 頃から 23°C 以下になっている。滞在期間は 3 泊であったが、空調をつけると冷えを感じる事が多いため、空調の使用は多くなかった。①に比べて、

②③は気温が高くなっている。空調 ON の時間が①よりも短かったこともあるかもしれないが、2 日目の朝に、ホテルのアンケートに室温が低すぎる事、省エネルギーおよび地球温暖化の観点からは良くないことを書いたため、ホテル側が運転方法を変えた可能性もある。

表一 6 ホテル MC における実現温熱環境

No.	測定日時	Data 数	設定	平均気温 (最小、最大)	平均湿度 (最小、最大)
①	09/16 18:44- 09/17 00:08	163	風量 LOW	23.8[22.8, 25.3]	55.1[53, 61]
②	09/17 16:54- 09/17 17:58	33	風量 LOW	25.1[24.2, 25.9]	53.9[51, 59]
③	09/18 18:10- 09/18 20:38	75	風量 LOW	26.1[25.3, 26.6]	56.2[53, 61]

3.3 ON-OFF スイッチのみのもの

もっともシンプルなタイプであり、今回の調査例ではホテル KB の一例のみである。表-7 はホテル KB の測定結果を示す。空調はチェックイン時(16:30 頃)には既に ON になっていたが、センサーがロガー本体からはずれていたため、データ収録は遅れた。空調 ON 時①の平均は 25℃ 以下、温度変動幅は 1.3℃ である。就寝時に空調を OFF にしたが、温度測定値の変動状態から判断すると (ON, OFF にした時刻の記録はつけられていない)、20:30 頃と 02:44 頃の 2

表-7 ホテル KB における実現温熱環境

	日時	Data	設定	平均気温 (最小、最大)	平均湿度(最小、最大)
①	08/21 19:14- 08/21 20:10	29	ON	24.9[24.3, 25.6]	55.8[52, 59]
②	08/21 20:16- 08/22 06:00	293	OFF 時々 ON	27.1[23.7, 29.7]	66.8[48, 71]

4. 考察およびまとめ

温度調節パネルがついているものは、キメの細やかな環境制御ができるもの、と考えるのが一般的だと思われる。しかし、ホテル OK では設定温度を大きく変更しているにもかかわらず実現温度は 25℃ 程度であった。したがって、宿泊客は設定環境を変えられないことになる。一方、ホテル GC は設定温度によって実現温度も変わるが設定よりも平均的には 1.7℃ 高くなり、宿泊客は自分の温度感覚に頼るしかない。いずれの場合も、温度調節パネルは用をなさず、誤った情報を与えることによりかえって宿泊客を混乱させることになる。改善が望まれる。

相対湿度については、ホテル SHA, FK, MC および KB ではおおむね 50~60% であり、OK は 60% 程度であり大差がなかった。ホテル GC は温度変動幅が大きいのに伴って、湿度の変動幅も大きい。上記各ホテルに比べると平均湿度が全般的に高く、65% 以上が 11 事例 (2/3)、70% 以上も 5 例(30%)ある。

空調時の客室の湿度 50%rh、等温環境($tr=ta$)、気流速度 0.10m/s とすれば、着衣量 $I_{cl}=0.25clo$ ・代謝量 $M=1met$ の場合は、気温 $ta=27℃ \rightarrow PMV=-0.17$; $ta=26℃ \rightarrow PMV=-0.61$; $ta=25℃ \rightarrow PMV=-1.05$; $ta=24℃ \rightarrow PMV=-1.52$ となり、 $I_{cl}=0.50clo$ ・ $M=0.8met$ の場合は、 $ta=28℃ \rightarrow PMV=-0.15$; $ta=27℃ \rightarrow PMV=-0.64$; $ta=26℃ \rightarrow PMV=-1.12$; $ta=25℃ \rightarrow PMV=-1.59$ となる[ISO7730-1994]。夏季のホテル客室では半袖薄手パジャマ・浴衣+下着程度で安静状態であることが多いので、 I_{cl} および M はおおむね上記のような値に収まるであろう[ISO9920]。このようなことから、夏季空調時のホテル客室の温度は 25℃ を下回することは望ましくない。今回の調査対象では温度調節が可能な GC 以外では、全般的に過冷却状態にあるといえるが、ホテル FK および MC (初日) は平均で 23℃ 前後と特に冷却が著しく、KB も最小値は 24℃ 近くである。ホテル GC では設定を 25.5℃ 以上にすれば上述の過冷却は避けられるが、最大値が 28℃ を超える点で問題となる。

温熱的不快の問題は特に睡眠時に重大になる。寒

回、空調を ON にしている。その直前の温度は 29.6℃ および 27.5℃ であり、10 数分後にそれぞれ 23.7℃ および 25.1℃ にまで低下している。②について温度の頻度分布を調べたところ、(23.5℃ 超~)25.5℃ 以下は 21 データ (42 分、7.8%) であった。このことから、就寝中に暑さのために空調をつけたものの、冷えすぎることから比較的短時間で停止していることがわかる。27.5℃ 超も 10 データ(3.4%)あるが、27℃ 超~27.5℃ 以下が 212 データ(7 時間余り、72%)を占めており、これが空調停止時の概況と考えられる。

さのために安眠が妨げられたり、場合によっては体調を崩したりすることになり、ホテル本来のサービスの低下を来すことになる。今回の調査でも、実現平均温度が低すぎるホテル KB および MC では途中で空調を OFF にしている。KB では盛夏であったため OFF 後に 27.5℃ まで上昇して暑さを感じたため、就眠途中で再び ON にして 10 数分後には寒さのために OFF にすることを繰り返している。MC では 9 月半ばをすぎたことと山陰という立地的な点から外気温がかなり低下していたため、就眠中に 25.5℃ を超えることはなかったが、盛夏であったら KB と同様になっていたかもしれない。ホテル FK では就寝時に相当冷えていたので、初めから OFF にしている。仮に平均温度が妥当であったとしても、温度変動幅が不当に大きい場合には、下限値付近では寒さのために空調を OFF にしなくてはならず、逆に上限値付近では暑さのために空調を ON にしなくてはならない、ということも生じる。この例は、先述したごとく今回の調査ではホテル GC で見られた。

ホテルでは客室ばかりでなくロビー・ホール・レストラン・エレベータ等でも温度設定値が全般的に過冷却状態と感じられることが多い。これは、接客業としては冷房をすることが必須・絶大なサービスというホテル経営者・運営責任者の強い思いこみがあるからである。また、適切な温度設定に関して従業員の知識が乏しいこともあるだろう。確かに設定温度が高すぎるよりは低すぎる方が、強い苦情は少ない。寒ければ停止すれば良い、ということである。

省庁連絡会議の要請「冷房中の室温が 28℃ を下回らないように適切な調整に努める」ことから、ほど遠い状態である。上述のごとき接客業経営の背景があるため、いきなり「室温 28℃」を実施することは困難であるが、経営者・現場責任者に対して実態を示し、要請の趣旨の理解徹底をはかることは重要である。また、ホテルは第二種エネルギー管理指定工場に指定されていることもあり、「従業員に対し省エネルギーに関する研修等の機会の提供に努めること」にも取り組むことが求められる。