

大学の学生居室における冷房設定温度と着衣量に関する調査

Air conditioner setting temperature and clothing insulation in student rooms

○田中 康晶 (大阪市立大学) 梅宮 典子 (大阪市立大学)

大倉 良司 (大阪市立大学)

Yasuaki TANAKA*¹ Noriko UMEMIYA*¹ Ryoji OKURA*¹

*¹ Osaka City University

Survey on the setting temperature of air-conditioner and the clothing insulation was carried out for university student rooms from June to October in daytime in Osaka Japan. Results: 1) Both the setting temperature and the clothing insulation changed by the seasonal change of the outdoor temperature. 2) Coefficient of correlation R^2 was 0.17 and 0.28 for the setting temperature and the insulation value respectively, although R^2 was 0.02 between the setting temperature and the insulation. 3) Setting temperature and clothing insulation differed by buildings. 4) Effect of socks on thermal sensation was recognized.

1. 背景と目的

地球温暖化問題やエネルギー消費量の増大に伴い、省エネルギーの必要性はますます高まっている。その中、京都議定書の発効を受けて 2005 年夏季より、環境省が中心となりクールビズと称し、着衣の軽装化の普及を推進している。これは、夏期のエネルギー消費量減少に有効な最も身近な手段として注目されている。しかし、あくまでネクタイを着用するようなオフィスでの対策である。最近では大学でも省エネルギーのために冷房温度 28°C を呼びかけているが、普段着で過ごす学生らが着衣の軽装化をどの程度意識しているかは不明である。

そこで本研究は、夏季 (6 月~10 月) における学生居室での冷房設定温度と着衣量の実態把握を目的に、調査を行ったので報告する。

2. 調査

2.1 調査対象居室

調査対象居室は大阪市立大学工学部 B 棟 C 棟にある学生居室を選んだ。使用目的が居室以外の実験室等の部屋は調査対象外とし、B 棟 6 室 C 棟 19 室の計 25 室を調査した。B 棟は実験室兼居室が多いため、C 棟に比べて調査対象居室が少ない。

2.2 調査日時

冷房を使用しており 2007 年 6 月~10 月の梅雨が始まる時期から冷房使用が終了する時期を選び合計 13 日間調査した。時間帯は学生が部屋に多く在室している平日の 13 時~15 時を対象に複数の調査員がいつせに行った。盛夏期には着衣量や冷房使用状況が安定していると

予想され、また夏季休暇で在室者が少ないため調査日を少なく設定し、梅雨期と残暑期の着衣量が変化する時期には調査日を多く設定した。

2.3 調査項目

居室に関しては、天候、冷房設定温度、窓、扉の開放状況、換気扇の使用状況を記録した。冷房設定温度は各室の壁のリモコンの表示温度を記録した。在室者に関しては、性別、着衣、温冷感、快適感、在室時間、作業内容を調査した。着衣は回答しやすさを考慮して学生が着ていそうな服装 18 パターンから該当するものを選択させた。それ以外のパーカーなどの着衣があれば記録し、履物、靴下も調べた。温冷感は ASHRAE¹⁾ 尺度①暑い②暖かい③少し暖かい④どちらでもない⑤少し涼しい⑥涼しい⑦寒い の 7 段階評価、熱的快適感は①快適②やや不快③不快④かなり不快の 4 段階評価とした。尺度や着衣が書かれた紙を見せて対面式で調査をおこない、その場で被験者に指差してもらった。

2.4 着衣クロ値の算定方法

着衣のクロ値は各着衣パターンについて、以下の式により求めた¹⁾。

$$I_{cl} = 0.835 \sum I_{clu} + 0.161$$

I_{cl} ---クロ値 I_{clu} ---Garment Description

2.5 活動量

作業内容は、立ち作業 1.4met、パソコン 1.2met、机で読書 1.0met、座って休憩 1.0met、寝転んで休憩 0.7met、立ち話 1.2met、に分類した。

2.6 外気温

外気温は大阪管区気象台のホームページに掲載されているデータを使用した。以下、外気温とは、調査日の気象台における 13 時～15 時の気温の平均値をさす。

3. 結果及び考察

3.1 単純集計

1) 回答者属性

6 月 13 日～10 月 16 日の 13 日間で延べ 195 室 516 人を調査した。調査日別の調査人数と調査部屋数を Fig.3.1 に示す。調査日により、研究室不在の部屋が多数ある日もあり、調査人数、部屋数ともにばらつきがある。

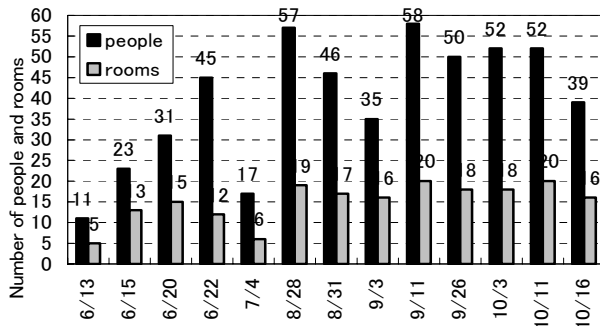


Fig.3.1 Number of the subjects and the rooms by day

調査人数、部屋数は C 棟がのべ 136 室 355 人、B 棟がのべ 59 室 161 人だった。B 棟が少ない理由は、B 棟は実験系の部屋が多く調査対象居室から外れた部屋が多かったためである。また、調査対象室に南向き室が多く、南向きが延べ 120 室 332 人、北向きが延べ 75 室 184 人だった。また性別は男性が 91.6%だった。

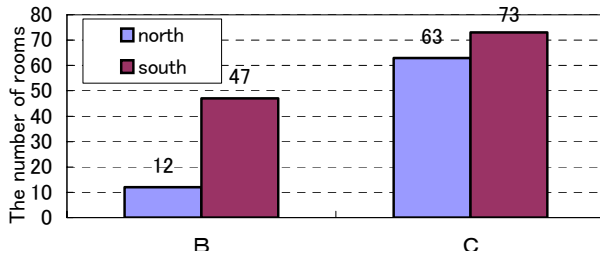


Fig.3.2 Number of the rooms by direction and building

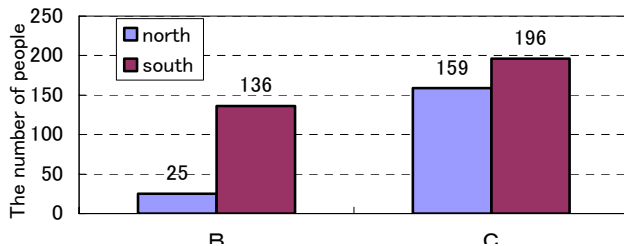


Fig.3.3 Number of the subjects by direction and building

2) 着衣

Fig.3.4 に着衣別調査人数を示す。着衣を予め 19 に分類した。19 通りを示す。0:スーツ(女性物)、1:長ズボン

+タンクトップ、2:長ズボン+半袖 T シャツ、3:長ズボン+長袖 T シャツ、4:長袖 T シャツ+半袖 T シャツ、5:長ズボン+インナー+半袖シャツ、6:長ズボン+インナー+長袖シャツ、7:半ズボン+タンクトップ、8:半ズボン+半袖 T シャツ、11:半ズボン+インナー+半袖シャツ、12:半ズボン+インナー+長袖シャツ、15:スカート+長袖 T シャツ、17:スカート+インナー+長袖シャツ、18:ワンピースである。0 番～18 番のうち 2 番の「長ズボン+半袖 T シャツ」が 269 人で半数以上を占め、5 番の「長ズボン+インナー+半袖シャツ」が 70 人、3 番の「長ズボン+長袖 T シャツ」68 人、8 番の「半ズボン+半袖 T シャツ」が 41 人、6 番の「長ズボン+インナー+長袖シャツ」が 34 人と続いた。夏季の最盛期の調査日が少なかったため、半ズボン、タンクトップといった服装はあまり見られなかった。下は長ズボン、上は半袖 T シャツか長袖 T シャツが多かった。

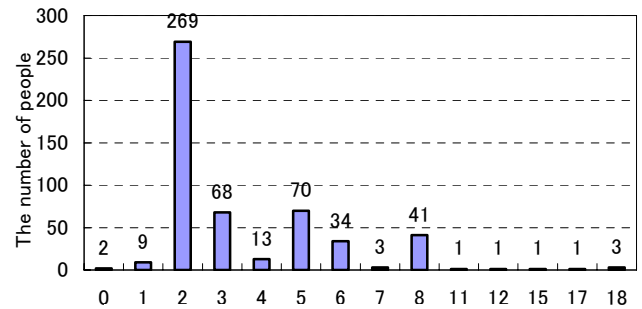


Fig.3.4 Frequency of the clothing type

履物と靴下の有無については、靴が 214 人とサンダルが 162 人、何も履かないが 117 人、スリッパが 23 人であった。じゅうたん貼りなどの下足を履かない部屋ではスリッパを履かずに素足のままが多かった。靴下の有無はあり 359 人、なし 157 人だった。靴を履く時は靴下も履き、サンダルを履く時は靴下を履かない人が多かった。

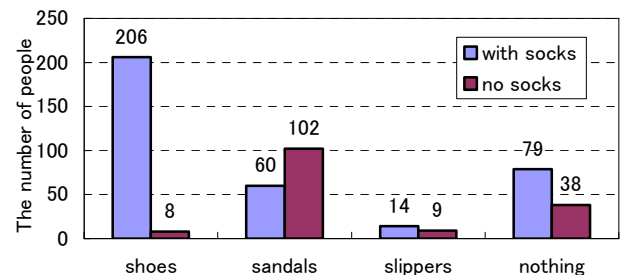


Fig.3.5 Socks and footwears

3) 温冷感と快適感

温冷感は「どちらでもない」が多かった。Fig.3.6 に、梅雨時 period1(7/4 まで)、盛夏期 period2(8/28～9/26)、残暑期 period3(10/3 以降)の、温冷感の頻度分布を示す。

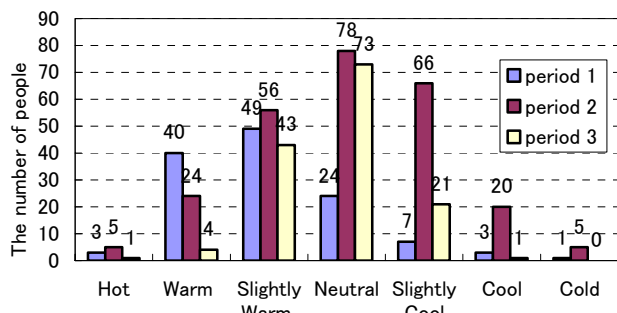


Fig.3.6 Thermal sensation by the periods

快適感は6/13~8/31の期間は調査していないが、得られた回答は快適が226人で82%だった。

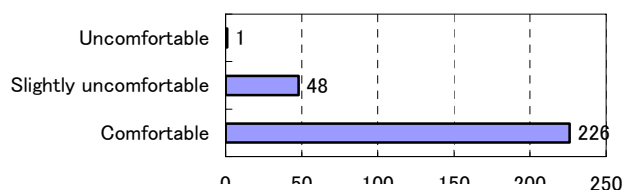


Fig.3.7 Thermal comfort

なお在室時間は、調査期間を通じて1時間以上が254人と最も多かった。在室時間10分以上が418人で81%だった。

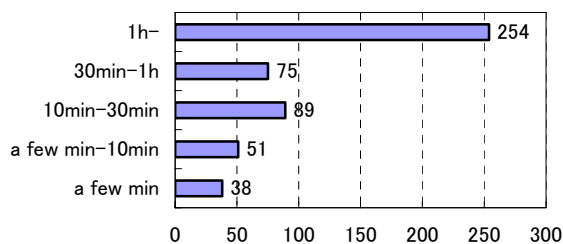


Fig.3.8 Time of living-in-room

4) 冷房設定温度

Fig.3.9に、各期の設定温度の度数分布を示す。28℃は梅雨期に9室17%、盛夏期に29室30%、残暑期に3室5%であった。冷房停止は梅雨期に22室43%、盛夏期に5室5%、残暑期に41室76%であった。

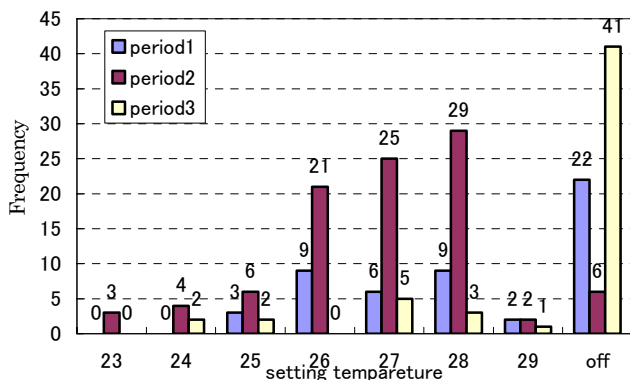


Fig.3.9 Setting temperatures by the periods

3.2 外気温と冷房設定温度および着衣量

Fig.3.10に示すように、外気温が高くなると日平均冷

房設定温度は下がり、外気温が下がると日平均冷房設定温度は上がっている。外気温が上がると日平均 clo 値は低くなり、外気温が下がると日平均 clo 値は高くなっており、外気温の変化に合わせてその日の着衣量を調節している。

全期間を合わせると、相関係数の自乗 R^2 はそれぞれ、着衣量と外気温 $R^2 = 0.28$ 、外気温と設定温度 $R^2 = 0.17$ 、設定温度と着衣量 $R^2 = 0.02$ であった。

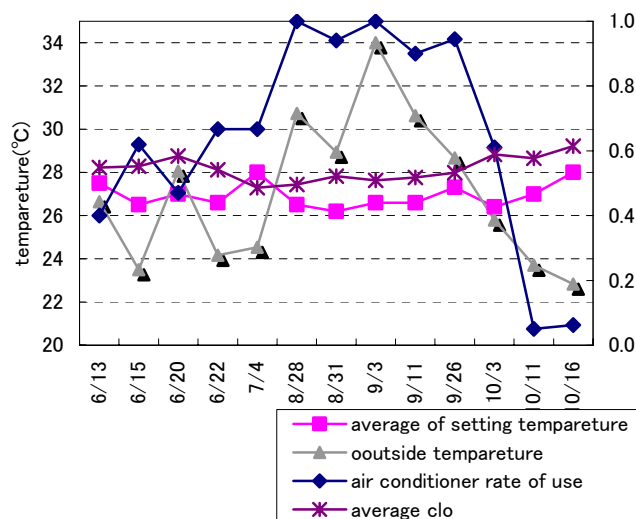


Fig.3.10 Change of temperature, clothing insulation and rate of air-conditioner use

3.3 各項目が温冷感へ与える影響

1) 温冷感の各カテゴリーにおける平均外気温、着衣量、冷房使用率

Fig.3.11より、〈少し涼しい、涼しい、寒い〉と回答したときの平均外気温はそれ以外に回答したときよりも高く、温冷感が寒いに近づくにつれ、冷房使用率が上がり、冷房設定温度も低い。夏季の室内で寒いと感じるとき、着衣よりも冷房使用率の影響が大きいといえる。

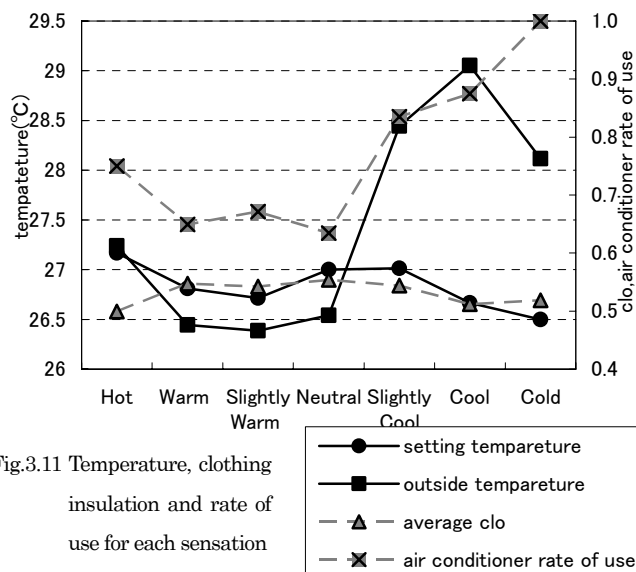


Fig.3.11 Temperature, clothing insulation and rate of use for each sensation

2) 在室時間と温冷感

Fig.3.12 より、在室時間が長くなれば温冷感が寒いに近づく。温冷感に影響を与える在室時間は 30~40 分がよ岐点とされているが、本調査では 10 分以内、10 分以上 1 時間以内、1 時間以上の 3 段階に分けられるのではないかと考えられる。

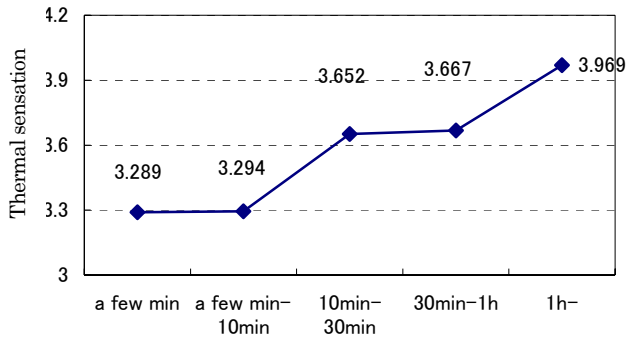


Fig.3.12 Average thermal sensation by living-in-time in the room

3) 靴下の着用と温冷感の関係

靴下のクロ値は僅かであるが、Fig.3.13 より、全身温冷感への影響が見られる。涼しい側ほど靴下の着用率が低く、靴下の着脱によって温熱環境調節が行えるといえる。サンダル履きになったり二足制にして素足になるなど、靴下を履かずにすめば、温冷感が涼しい側になり、身体の冷えの問題も考慮する必要はあるものの、省エネルギーにつながる可能性があるといえる。

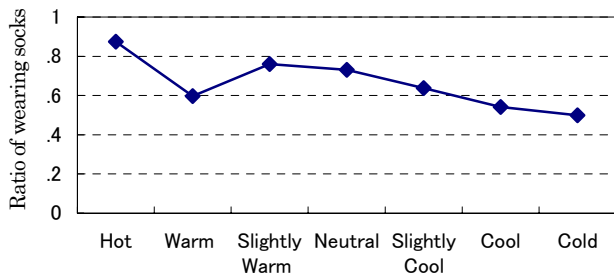


Fig.3.13 Ratio of subjects with socks

3.4 棟および窓方位の影響

Fig.3.14、Fig.3.15 より、B、C 棟ともに南向きだと暑いと感じる割合が高くなり、温熱環境がよくないことが分かった。また、Fig.3.16 では冷房設定温度は建物により異なっており、B 棟と C 棟の冷房使用率は同程度だが B 棟は冷房設定温度が高いにもかかわらず、涼しいと感じる割合が高かった。C 棟南は中庭に面しており、一方 B 棟南はキャンパス外の街路に面して窓面に沿って並木が植えられている。また B 棟は居室が少なく実験室が多いことなどが 2 棟の違いとして挙げられる。今後、2 棟の設定温度の違いの原因を明らかにすることが省エネルギーにつながると思われる。

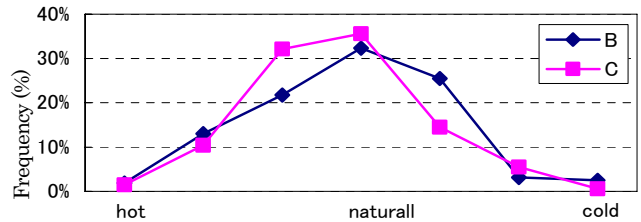


Fig.3.14 Frequency of thermal sensation by building

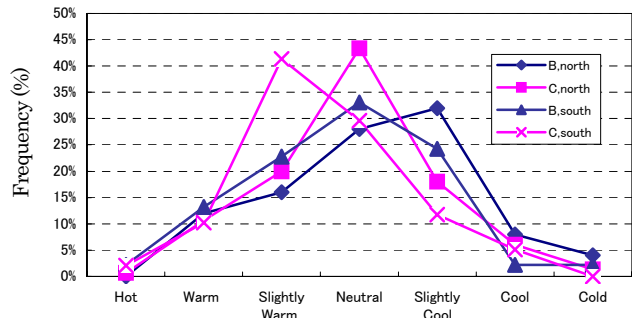


Fig.3.15 Frequency of thermal sensation by direction and building

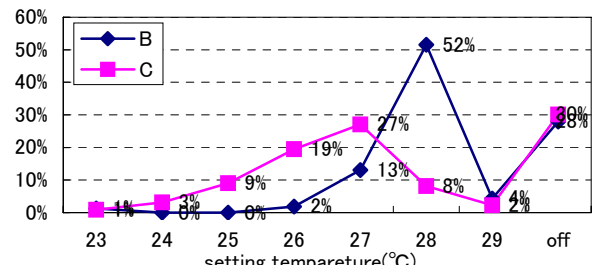


Fig.3.16 Frequency of the setting temperatures by building

4. まとめ

大学の居室における学生を対象に 6 月から 10 月までの梅雨期、盛夏期、残暑期に冷房設定温度および着衣量の実態調査を行い、以下が明らかになった。

- 1) 外気温の変化と共に冷房設定温度と着衣量は変化した。平均値は、梅雨期 26.9°C、0.54clo、盛夏期 26.7°C、0.51clo、残暑期 26.6°C、0.59clo であった。
- 2) 全期間を合わせると、相関係数はそれぞれ、着衣量と外気温 $R^2 = 0.28$ 、設定温度と外気温 $R^2 = 0.17$ 、着衣量と設定温度 $R^2 = 0.02$ であった。
- 3) 調査建物により冷房使用状況に差があった。
- 4) 靴下の着用が全身温冷感に影響していた。

謝辞 長期にわたる調査に多大なるご協力を頂いた大阪市立大学工学部関係者各位に心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) ASHRAE Handbook of Fundamentals 2005、CHAPTER8 THERMAL COMFORT pp8.1-8.22、2005
- 2) 大熊涼子、石野久弥、中山哲治：夏期のオフィスにおける 28°C 空調の熱的快適性に関する研究、日本建築学会環境系論文集、pp31-36、2007