夏季における寝室の温熱環境と睡眠の質に及ぼす冷房使用の影響

－大阪の大学生を対象とした分析－

Air-Conditioner Use Effects on Thermal Environment and Sleep Quality in Bedrooms during Summer

-Analysis of University Students in Osaka-

〇橘良樹（大阪市立大学）梅宮典子（大阪市立大学）新井潤一郎（ダイキン工業）

小林知広（大阪市立大学）中山裕介（大阪市立大学）

Yoshiki TACHIBANA*　Noriko UMEMIYA*　Tomohiro KOBAYASHI*　Jun-ichiro ARAI**

Tomohiro KOBAYASHI*Yusuke NAKAYAMA*

*Osaka City University**Daikin Industries, Ltd

This survey compared This survey compared an air conditioner use day and a non-use day with the temperature actual survey of the bedroom of the summer about temperature and thermal sensation and quality of the sleep from a questionnaire. 1)An air conditioner use day is higher in outside temperature, and OSA score is high. The comfort and room temperature do not have a difference. 2) On the air conditioner use day, relations of a sound sleep degree and OSA score are weaker. 3)On the air conditioner use day, room temperature and a comfort and room temperature and the relations of the sound sleep degree are weaker, and room temperature and the relations of the acceptability have nothing to do with the use of an air conditioner use day. 4)On the air conditioner use day, the relations of OSA and the relations of the t acceptability are stronger.

1. 背景と目的

温暖化と都市高温化により夏季の熱帯夜数が増加し、節電熱中症も懸念されている。本研究は夏季睡眠時の適切な冷房使用について検討するにあたって、大阪の大学生を対象に、寝室温熱環境の実測と、寝室における温熱感覚、冷房使用、温熱環境調節行為、および起床時の睡眠の質を調査して1）寝室気温、冷房率、窓開放率の実態を把握し、2）睡眠時温熱感覚の相互関係、3)OSA得点と温熱感覚の関係、4)OSA得点と室温の関係を冷房使用日と非使用日で比較する。

2. 方法

大阪近郊在住の男子学生 11 名に協力を依頼し、2014 年の梅雨期 6 月 18～25 日 10 名、盛夏期 8 月 27 日～9 月 5 日 6 名、残暑期 9 月 17～24 日 9 名（表-1）が寝室に温湿度計を設置して 10 分間隔で室温と湿度を測定した。同時に、30 分間隔の生活行動記録（在・不在、冷房使用・不使用、窓開・閉、睡眠・起床）と、毎朝起床時に就寝時温熱感覚と熟睡度および睡眠の質を申告した。睡眠の質は OSA 睡眠調査票 MA 版 1)をもとに作成した。「非常によい」、「ややよい」、「やや悪い」、「非常に悪い」の 4 段階で 16 項目を評価する。16 項目は 1) 起床時眠気（集中力、解放感、頭のはっきりさ、いますぐ調査にテキパキと答えられるか）、2) 入眠と睡眠維持（ぐっすり眠れたか、寝つくまでにウトウトしたか、寝付き、睡眠中に目が覚めたか、眠りの深さ）、3) 夢み（悪夢をみたか、夢をみたか）、4) 疲労回復（疲れ、だるさ、不快さ）、5) 睡眠時間（食欲、睡眠の長さ）の 5 因子で構成される。熟睡度 4 段階、温冷感 7 段階、熱的快適感 4 段階、熱的受容度 3 段階とする。外気温は大阪地方気象台のデータを使用する。

Table1 Subjects and measurement seasons

Subject	Early Summer	Mid Summer	Late Summer
no.1	○	○	○
no.2	○	△	○
no.3	○	○	○
no.4	○	○	○
no.5	○	△	○
no.6	○	×	○
no.7	○	×	×
no.8	○	○	○
no.9	○	×	○
no.10	×	×	○
no.11	○	×	×

○: measured
△: partly measured
×:not measured

3. 季節による比較

3. 1生活行動と寝室の温熱環境

室温と生活行動記録の例を fig.1 に示す。調査日の外気温と寝室気温の日別平均値と、冷房使用や窓開放の平均時間率を fig.2 と fig.3 に、それぞれ季節別に示す。外気温平均は梅雨期が 25.7℃、盛夏期が 27.2℃、残暑期が 25.4℃、寝室温平均は全調査日を平均すると梅雨期が 26.5℃、盛夏期が 27.7℃、残暑期が 25.7℃で、残暑期は外気温と室温の差が小さい。協力者は下宿 3 名、自宅通学 8 名で、自宅通学の場合でも寝室は個室であり、寝室の在室時間率は 51.2%で、日中在室することはほとんどない。寝室の冷房使用時間率は梅雨期 8.2%、盛夏期 15.9%、残暑期

2.6%で、盛夏期は他の季節より高い。窓開放率は梅雨期30.6%、盛夏期49.8%、残暑期55.5%で、梅雨期は他の季節よりも窓の開放率が低い。睡眠時間率は季節による変化がほとんどない。睡眠中に冷房を使用した日（以下「冷房使用日」）と全く使用しない日（以下「非使用日」）の日数は梅雨期11日と54日、盛夏期15日と27日、残暑期4日と48日である。

3.2睡眠時温熱感覚と睡眠状況

申告結果を季節別にfig.4に示す。

3.2.1温冷感 梅雨期は暑い側が多く、「やや暑い」48.6%で最多である。盛夏期は涼しい側が多く、「涼しい」30.0%が最多である。残暑期は「涼しい」側も多いが、「暑くも涼しくもない」が42.3%で最多である。

3.2.2熱的快適感 梅雨期は「やや不快」が59.5%で最多である。盛夏期は「快適」が59.2%で最多であるが、他の季節と較べて「不快」の割合が高い。残暑期は「快適」が63.5%で最多である。

3.2.3 熱的受容度 梅雨期は「我慢できた」65.8%、「我慢できないときがあった」29.6%、「我慢できなかった」4.6%、盛夏期は「我慢できた」60.2%、「我慢できないときがあった」39.8%、残暑期では「我慢できた」91.6%、「我慢できないときがあった」8.4%で、どの季節でも「我慢できた」が最多で、「我慢できた」の割合は、残暑期で最も高い。

3.2.4熟睡度 梅雨期と残暑期の熟睡度の申告分布はほぼ一致しておりともに「ややよく眠れた」が梅雨期では47.8%残暑期では45.7%で最多である。盛夏期は「ややよく眠れた」が44.2%で最多であるが、「ややよく眠れなかった」が30%と最も熟睡度が良くない。

3.3温熱感覚間の相関関係

3.3.1温冷感と熱的快適感 fig.5に温冷感の各カテゴリーに対する熱的快適感「快適」の割合を季節別で示す。梅雨期は温冷感「暑い」ほど快適の割合が高く、盛夏期は温冷感に対して「快適」の割合があまり変化せず、残暑期は「涼しい」ほど「快適」の割合が低くなる。季節によって温冷感と熱的快適感の関係が異なる。

3.3.2温冷感と熱的受容度 fig.6に温冷感の各カテゴリーに対する熱的受容度の「我慢できた」の割合を季節別で示す。梅雨期は「暑い」ほど「我慢できた」の割合が高く、盛夏期は温冷感に対して「我慢できた」の割合があまり変化せず、残暑期は「涼しい」でも「暑い」でも「快適」の割合が低くなる傾向にある。

3.4 OSA得点(以降「OSA」

fig.7にOSA得点を盛夏期と残暑期で比較する。平均値は盛夏期45.5、残暑期48.1と残暑期の方が睡眠がよい。同じ個人内でも概ね残暑期の方がOSAが高い。

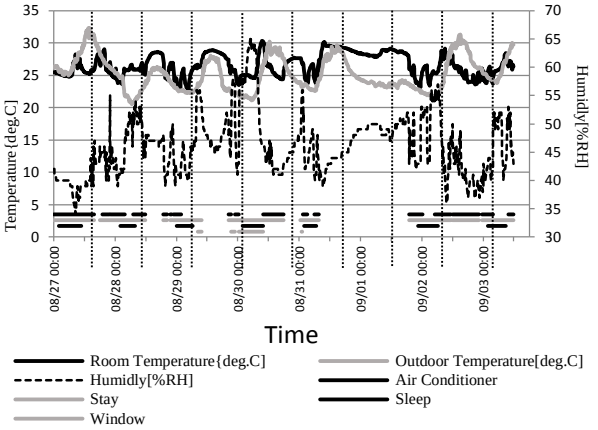

fig.1 Example of room temperature and the life action;

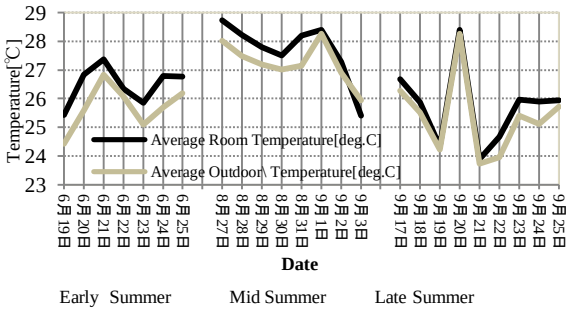

fig.2Average indoor and outdoor

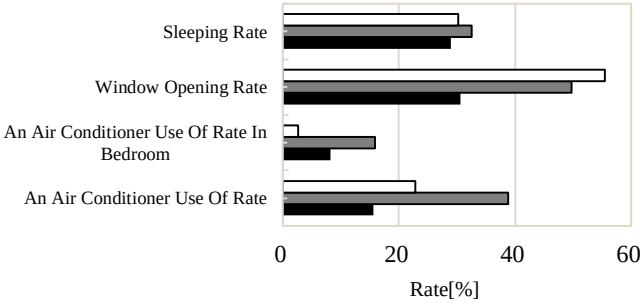

fig.3Time rate according to the season

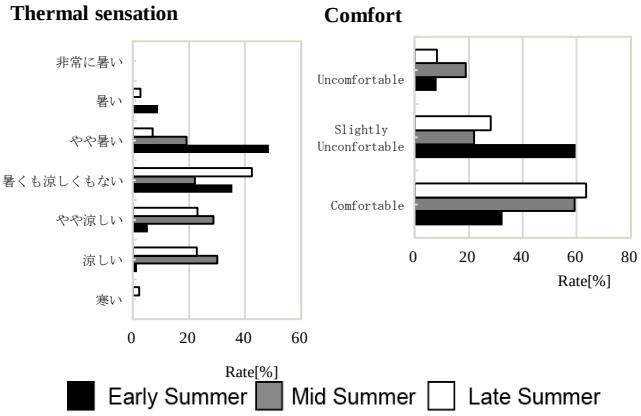

fig.4 Frequency distribution of evaluation (continued)

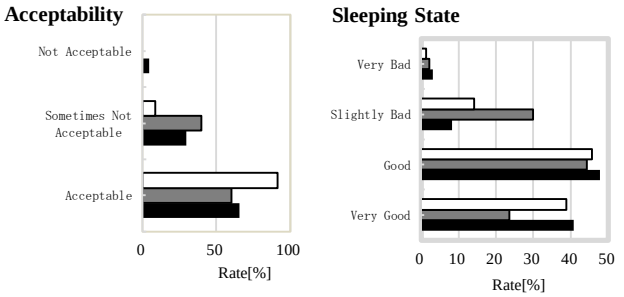

fig.4 Frequency distribution of evaluation (continued)

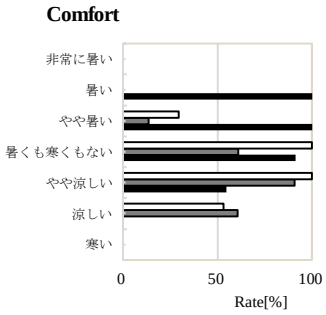

fig.5 Ratio of 'Comfort' in each TS category

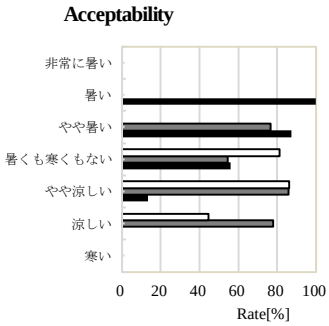

fig.6 Ratio of 'Acceptable' in each TS category

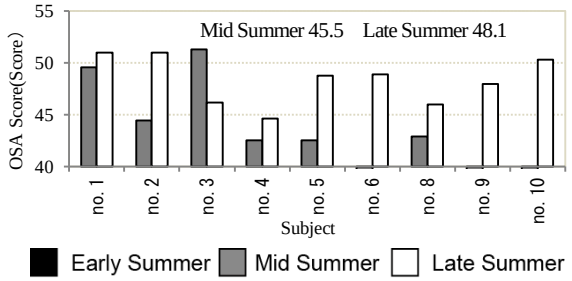

fig.7OSA score of each subject

4. 冷房使用日と非使用日の比較

4.1 外気温、室温 fig.8に、冷房使用日（以降「使用日」）と冷房非使用日（以降非使用日）における日平均外気温と睡眠時平均外気温を示す。日平均外気温は、使用日24.6℃、非使用日23.4℃で差がある(p=.0050)。睡眠時平均外気温は、使用日22.6℃、非使用日21.4℃で差がある(p=.0020)。日平均、睡眠時平均ともに外気温には1.2Kの有意な差があり、外気温に応じてその日の冷房使用を決めているといえる。睡眠時平均室温を季節別にfig.9に示す。使用日と非使用日の平均室温の差は、梅雨期1.2K、盛夏期1.1K、残暑期0.9Kであり、季節合計の平均値の差は0.9Kである(p=.1197)。冷房使用の結果、使用日と非使用日のあいだで室温に差がなくなったといえる。

4.2 OSA得点　fig.10に平均OSAを示す。盛夏期45.5、残暑期48.1で、使用日では盛夏期47.9、残暑期50.2、非使用日では盛夏期44.1、残暑期48.0である。睡眠時に冷房を使用することで、非使用日に比べてOSAが盛夏期に3.9点、残暑期に2.3点高く、使用日と非使用日のOSAの差は、盛夏期p=.0233、残暑期p=.3905で、盛夏期に有意な差がある。

4.3 温熱感覚とOSA　fig.11に、温熱感覚の各カテゴリーにおける平均OSAを冷房使用日非使用日別に示す。温冷感では、使用日のみOSAと温冷感に少し関係があり(p=.0659)「涼しい」場合にOSAが高くなる傾向にある。熱的快適感は使用非使用日ともOSAとの関係が弱い。熱的受容感では、使用日の平均OSAは「我慢できた」52.0、「我慢できないときがあった」45.0であり、熱的受容度が高いとOSAが有意に高い(p=.0062)。一方、非使用日の熱的受容度とOSA得点は関係がない(p=.1718)。温熱感覚とOSA得点は使用日で温冷感、熱的受容度に関係が見られるのに対し、熱的快適感は関係がない。非使用日は共通して関係がない。

4.4 熟睡度とOSA　fig.12に熟睡度段階別平均OSAを示す。使用日は熟睡度とOSAとあまり関係がない(p=.0578)。非使用日のOSAは「非常によく眠れた」50.4、「ややよく眠れた」47.4、「ややよく眠れなかった」41.7、「非常によく眠れなかった」37.3と熟睡度がよくないほどOSAが低い傾向が強い(p=.0001)。熟睡度申告(「よく眠れましたか」)にはOSA尺度の一部を使用したが、OSA尺度には1)入眠と睡眠維持以外に、2)起床時眠気、3)夢み、4)疲労回復、5)睡眠時間の因子も含まれている。非使用日は1)と2)~5)が強く関係し、1)が悪いとOSAが低いが、使用日は1)に問題がなく1)が睡眠にあまり影響しないため、2)~5)の影響が相対的に大きく、その結果、1)とOSAの関係が弱い、と解釈できる。

4.5 睡眠時平均室温と睡眠 fig.13に熟睡度別の睡眠時平均室温を示す。使用日は熟睡度と睡眠時室温は関係がない(p=.6733)。非使用日の睡眠時室温は「非常によく眠れた」25.2℃、「ややよく眠れた」25.7℃、「ややよく眠れなかった」26.4℃、「非常によく眠れなかった」26.3℃で、熟睡側ほど低い(p=.064)。fig.14に示すように、非使用日は室温とOSAは相関係数.26(p=.0383)で室温が低いほどOSAが高いことと合わせると、使用日は冷房使用により室温が下がり室温が熟睡度に影響しなくなると推測できる。

5.結論

のべ179日の寝室の気温実測と申告調査から、外気温と室温、睡眠時の温熱感覚、熟睡度およびOSAを、梅雨期、盛夏期、残暑期のあいだおよび冷房使用日と非使用日のあいだで比較した。結果をfig.15にまとめる。1)寝室の平均気温、冷房率、開放率は梅雨期26.5℃と8.2%と30.6%、盛夏期27.7℃と15.9%と49.8%、残暑期25.7℃と2.6%と55.5%、2)盛夏期は睡眠時温冷感と熱的受容度の関係が弱い、3)冷房使用日は非使用日より外気温が1.2K高い、OSA得点は、使用日に温冷感と少し関係があり受容度と関係があり、使用日非使用日ともに快適感と関係がない、4)熟睡度とOSAは使用日に関係がなく非使用日に関係があ

る、5)熟睡度と室温は使用日に関係がなく非使用時に関係がある。結論として、冷房使用日は冷房使用によって「涼しく」なるが、熱的快適感はあまり変わらず、室温とOSA の関係は弱いといえる。

参考文献

1) 坂根ら：2012 年夏季における温熱感覚や温熱環境調節行為と睡眠の関係　一寝室と職場の比較一空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集（P173-176）3 月

2) 山本ら：中高年・高齢者を対象とした OSA 睡眠感調査票(MA 版)の開発と標準化．脳と精神の医学 10: 401-409, 1999

3) 中山ら：空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集、2015、投稿中

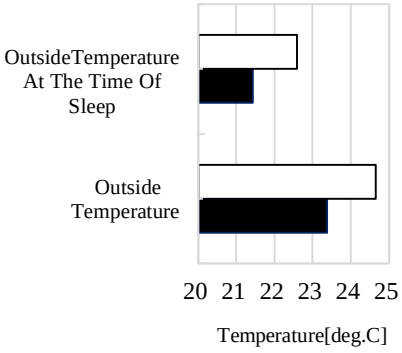

fig.8 Average outdoor Temperature

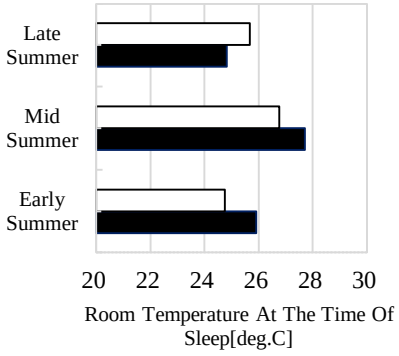

fig.9 Average room temperature of each season

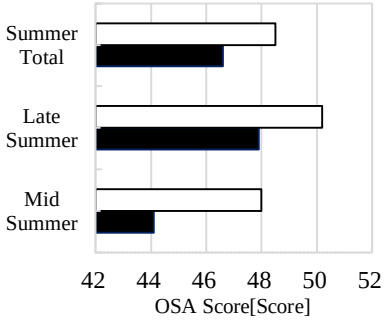

fig.10 Average OSA score of each season

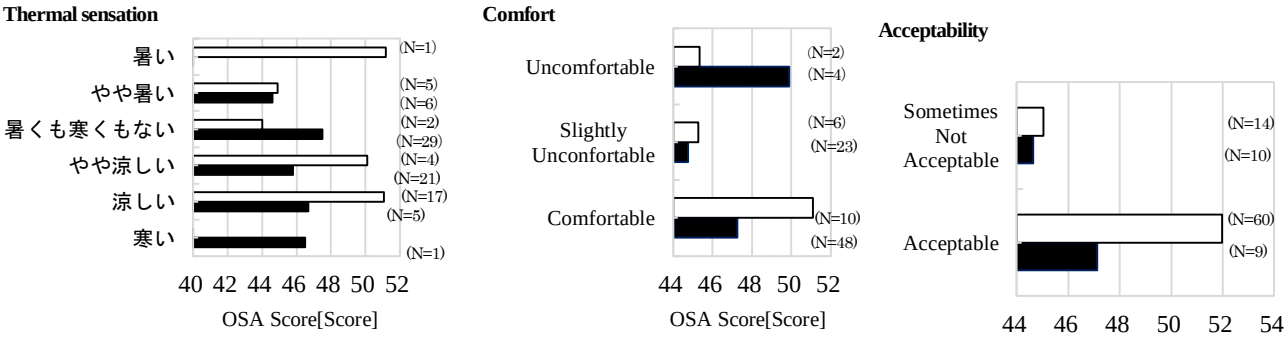

fig.11 Average OSA score in each category

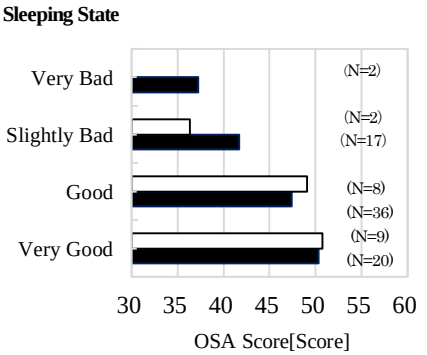

fig. 12 Average OSA score in each category of sleeping state

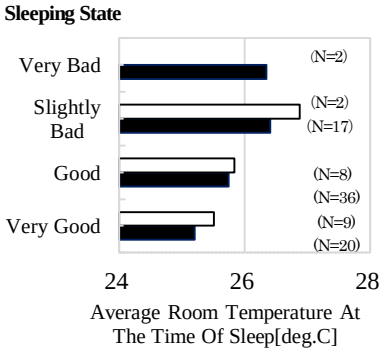

fig.13 Average room temp. in each category of sleeping degree

An Air Conditioner Use Day　An Air Conditioner Non-Use Day

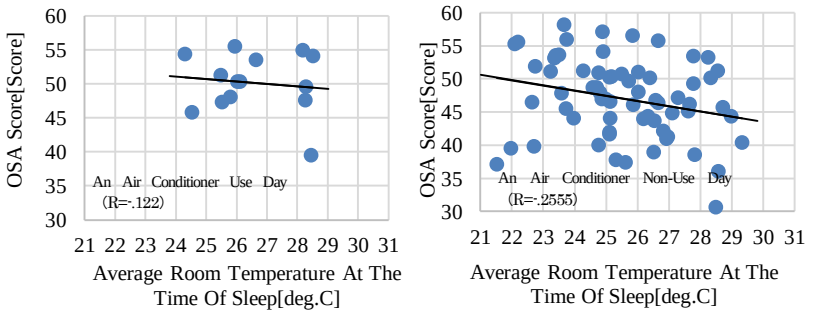

fig.14 Relation between room temperature and OSA score

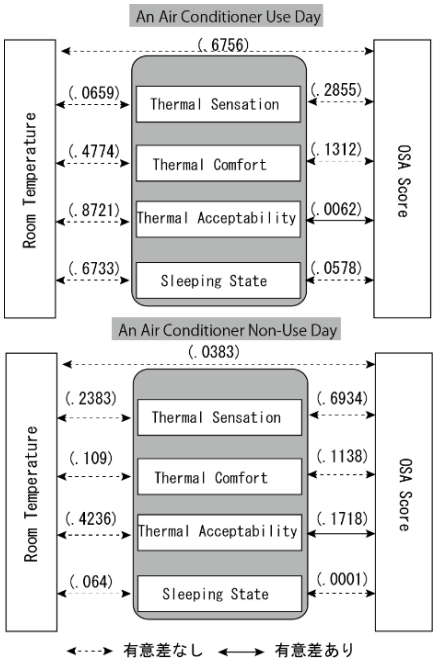

fig.15 Relation among room temp., thermal sensation, and OSA score