

集合住宅における冷房使用と窓開閉の関係に関する研究

－在宅時の室温と外気温

4. 環境工学－5. 熱

冷房使用率 窓開放率 在宅時 環境調節行動

と室温、外気温の関係について報告した。既報では在宅時・不在時を分けずに考察したが、本報では主に在宅時について考察する。

2. 方法

2.1 測定対象住戸

大阪市内南部に立地する11階建ての賃貸集合住宅を測定対象とした(図1)。周辺には同様の民間や公営の高層集合住宅が建ち並んでいる。対象住戸は同一の間取りである(図2)。冷房使用と窓開閉行動の関係を考察するにあたって、単純な間取りでエアコンが1台の住戸を選定した。本報では2階(住戸A)と8階(住戸BとC)を対象とする。窓には網戸が設置され、住戸AとCの窓の内側には障子戸が、住戸Bの窓にはカーテン(遮光タイプ)がある。

2.2 測定項目

エアコン給気温度、床上0.1、0.6、1.1mの室温(熱電対)、すべての開口部(窓、台所のドア、玄関扉)の開・閉を、20秒間隔でデータロガーに記録した。他にグローブ温度と床上0.6mの湿度も記録した。エアコンはほぼ同じ位置に設置されているが、室温測定位置は生活に支障がなく、かつ室温を代表すると思われる位置を選んだため、住戸により異なる。冷房の使用・不使用はエアコン給気温度と室温から、在宅・不在は玄関扉の開閉記録と照度の記録、アンケートから判断した。本報では複数ある開口部のうち1つでも開放されている場合を「開放」、全閉の場合を「閉鎖」と定義する。図3に測定状況の写真を示す。測定は8月24日

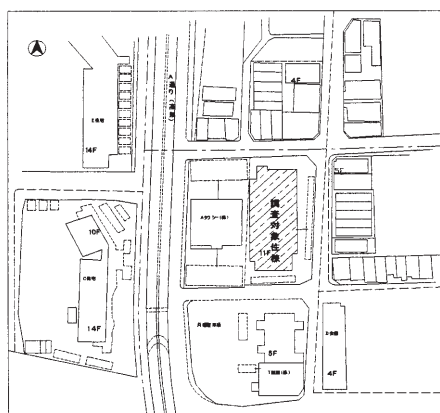


図1 建物配置図

正会員 ○ 井上銀次郎*¹
 同 林小勇*¹
 同 梅宮典子*²
 同 西岡利晃*³
 同 大倉良司*⁴

1. 研究の目的

既報では夏季において住宅で冷房使用と窓開閉が実際にどのようにおこなわれているかについて、間取りが比較的単純な集合住宅を対象に実測をおこない、そのうち単身で居住する3住戸について、1) 外気温と室温の関係、2) 外気温、室温と冷房使用の関係、3) 外気温、室温と窓開閉の関係、4) 冷房使用、窓開閉

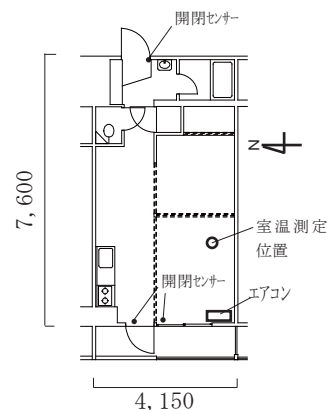


図2 住戸平面図

から12月15日までおこない、本報では8月24日から10月31日までを扱う。なお外気温は西に約1km離れた建物の屋上において通風式温湿度計で1分間隔で記録した値をもちいた。

2.3 居住者属性

居住者は住戸AとBが30歳代、住戸Cが70歳代の給与所得者の独身男性である。3段階評価では、住戸の風通しは「普通」～「悪い」、日当たりは「普通」、夏の暑さは「冷房なしではしのげない」と回答した。

3. 結果と考察

3.1 外気温と室温

本報での室温とは床上0.6mで計測した値を取り扱う。

3.1.1 日平均外気温と室温の推移(図4)



図3 測定状況

A study on relation between air conditioner use and window opening behavior in apartment house in summer - Indoor and outdoor temperature when occupied at home

外気温は8月から9月前半にかけて、変化はあるものの、ほぼ28℃から30℃であるが、9月後半から徐々に低下している。それに対し、室温は3住戸ともに9月下旬まで各住戸でほぼ一定の範囲にある。その後の室温は緩やかな低下が見られるが、3住戸とも外気温の下落より緩やかである。

3.1.2 外気温と室温の出現頻度 (図5)

1℃きざみで示した外気温は10℃から36℃まで幅広く分布している。1℃きざみで示した室温は住戸AとBでは25℃が最も多い。住戸Cでも25℃は多いが、最も多いのは27℃で、他の住戸よりも高い室温に分布している。

3.2 在宅時の冷房使用

3.2.1 冷房使用率の推移 (図6)

本報でいう冷房使用率は、各瞬間に判断した冷房使用の時間割合である。在宅時について、住戸Bは9月中旬までの冷房使用率が1.0である。9月11日前後は3住戸とも冷房使用率が低く、これは日平均外気温が低下し、9月10日には7日以前と比べ5℃以上低いことと対応していると考えられる。9月20日には住戸A、Bとともに冷房使用率1.0、住戸Cでもほぼ1.0と高い値を示している。

3.2.2 外気温と冷房使用率

図7は在宅時の1℃きざみの外気温に対する各住戸の冷房使用率を示す。住戸Cは外気温が上昇するにつれて冷房使用率も高くなる。住戸Aでは28℃のときに冷房使用率が高くなり、31℃で一度低くなり、それ以上ではまた高くなる。住戸Bは住戸Aよりも同じ外気温に対する冷房使用率は高いが、似た傾向があり、31℃で一度使用率が低くなり、それ以上ではまた高くなる。今後は住戸A、Bについて外気温が31℃で冷房を使用していないときの条件を調べる必要がある。

次に月別 (図8) にみると、8月では、住戸Bは外気温に関わらず、常に冷房使用率が1.0であり、住戸Cも常に冷房使用率が0.8以上であり高い。住戸Aは図7と似た傾向であるが、30℃のときに低くなっている。9月は、住戸B、Cともに外気温に関わらず、冷房使用率は0.6以上と高い値を示している。住戸Aでは外気温が30℃のときに冷房使用率が0.8と高く、31℃で低くなり、それ以上になるとまた高くなる。10月になる

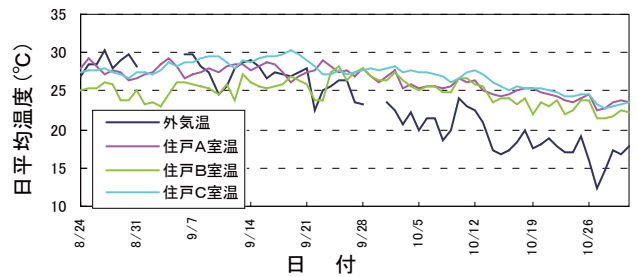


図4 日平均外気温と室温の推移

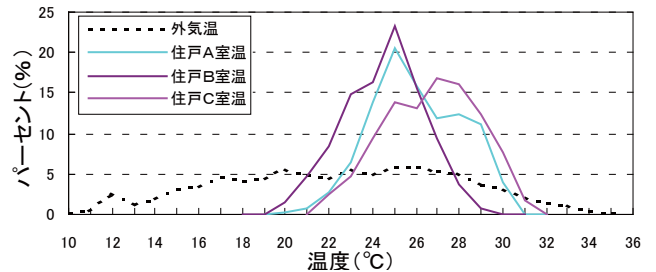


図5 気温の出現頻度

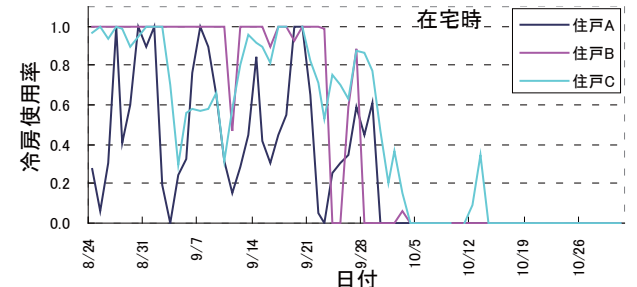


図6 冷房使用率の推移

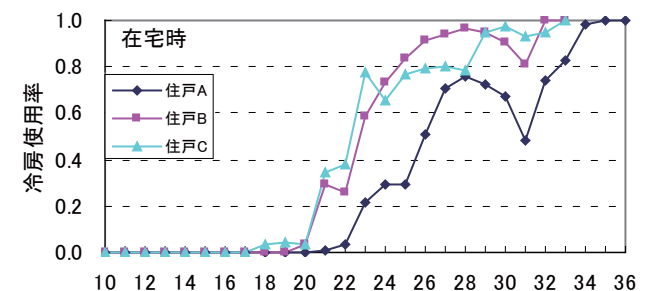


図7 外気温別冷房使用率

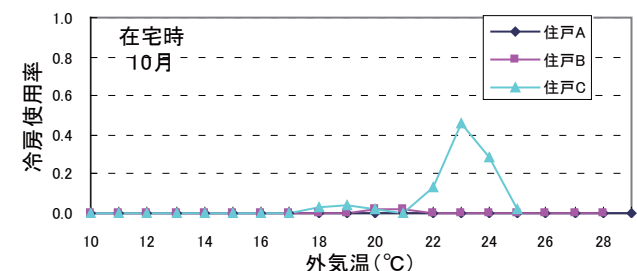
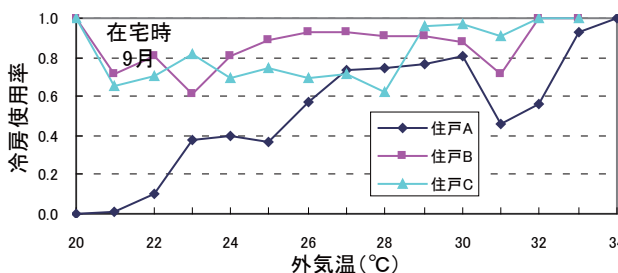
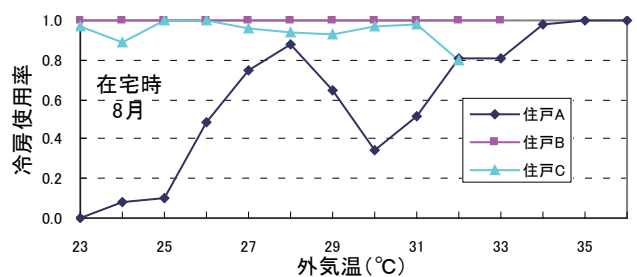


図8 外気温別冷房使用率 (月別)

と外気温が23℃前後で住戸Cの冷房使用率が高くなるが、住戸A、Bではほとんど冷房を使用していない。

3.2.3 室温と冷房使用率 (図9)

3住戸とも室温25℃又は26℃で冷房使用率が高く、冷房使用によって、各住戸で快適な室温に調節された結果と考えられる。20℃以下では冷房使用率がほぼ0で冷房を使用する必要がなかったといえる。住戸A、Bでは室温28℃以上での冷房使用率が低いが、住戸Cは28から30℃でも冷房使用率が高く、冷房をつけていても室温が高かったといえる。

3.2.4 冷房使用時と冷房不使用時の室温 (図10)

冷房使用時の室温は住戸Bで25℃、住戸A、Cで26℃が最も多い。冷房不使用時の室温は3住戸とも25℃が多く、住戸Aでは28℃、住戸B、Cでは27℃も多い。26℃で前後の室温と比べ、少なくなっているのは、冷房使用のピークと重なっているからと考えられる。今後、月別にみる必要があるが、冷房使用・不使用に関わらず、室温は25から27℃にピークがある。

3.3 在宅時の窓開放

3.3.1 窓開放率の推移 (図11)

本報でいう窓開放率とは各瞬間に判断した各開口部の開放の時間割合である。住戸Cは窓開放率がほぼ0.2以下で開放が少ない。9月11日に住戸A、Bの窓開放率がともに高くなっている。この日は外気温が低く、冷房使用率が低いことと対応していると考えられる。9月20日は3住戸ともに冷房使用率が高く、住戸A、Cでは窓開放率が低く冷房使用と窓開放が相対している。住戸Bでは窓開放のデータが欠測している。10月2日から13日にかけて住戸AとBでは窓開放率が高く、10月13日には1.0で、冷房使用率が0であるのに対し、住戸Cでは逆に冷房使用が0.35である。

3.3.2 外気温と窓開放率 (図12)

住戸Cは外気温に関係なく、窓開放率は低い。住戸Bでは外気温が12℃のときに窓開放率が0.54と高い値を示している。住戸A、Bともに外気温が21℃のときに窓開放率が最も高くなり、それ以上の外気温になると、窓開放率は徐々に低くなる。しかし、住戸Aでは外気温が31℃のときにも窓開放率が高くなり、冷房使用率が低くなるときの外気温と対応している。

月別 (図13) にみると、8月には住戸Aは外気温が28℃で窓開放率が低くなる。この温度は住戸Aで冷房使用率が上がっている温度と一致し、28℃では窓を閉鎖し、冷房を使用するといえる。また、外気温が30℃で窓開放率が高く、冷房使用率が低くなり、窓を開放し、冷房を使用しないと言える。住戸Bでは29℃で窓開放率が約0.4であるが、それ以外の外気温ではほとんど開放していない。9月は住戸AとBでは20、21℃で窓開放率がほぼ1.0である。住戸Aでは31、32℃でも窓開放率が高く、冷房使用と窓開放は相対する。住

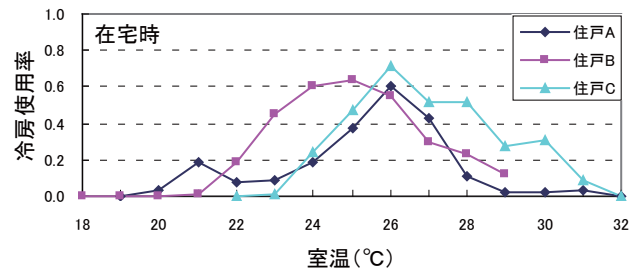


図9 室温別冷房使用率

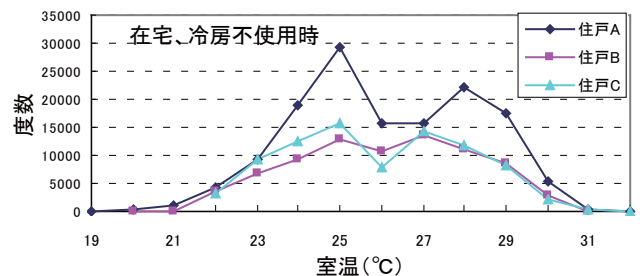
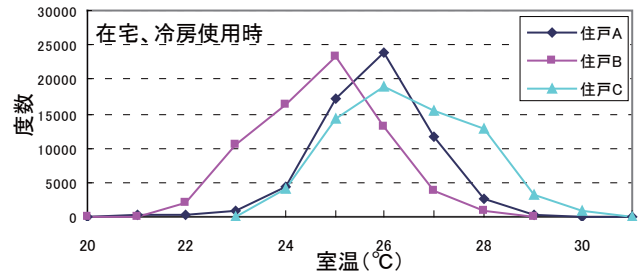


図10 室温出現頻度

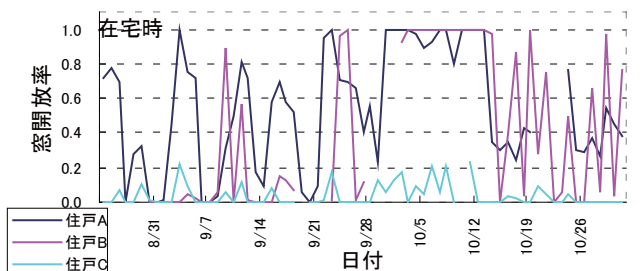


図11 窓開放率の推移

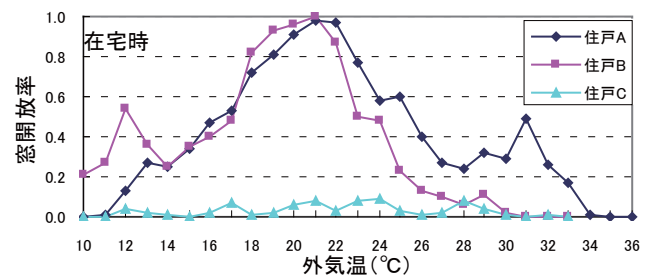


図12 外気温別窓開放率

戸Bでは外気温が高くなるにつれて、窓開放率が下がり、冷房を使用している。10月は住戸AとBで似た傾向を示し、外気温が高くなるほど窓開放率が高くなる。21℃以上になると窓開放率はほぼ1.0になる。

3.3.3 窓開放時と閉鎖時の室温推移 (図14)

住戸Aについてとりあげる。8月、9月には開放時よりも閉鎖時の室温のほうが低い場合が多い。これは、冷房を使用し室温が低くなったときは閉鎖しているか

らと考えられる。10月では開・閉時に大きな差はなく、日付の経過とともに徐々に室温は低下している。

3.3.4 室温と窓開放率 (図 15)

3 住戸とも 23、24℃から室温が上昇するにつれて窓開放率が高くなる。住戸 C は室温が 31℃のときに窓開放率が 0.22 で最も高くなるが、住戸 A、B と比べ全体的に窓開放率は低い。住戸 A では冷房使用率が最も高い、室温 26℃で窓開放率が最も低くなる。住戸 B では 23℃で窓開放率が最も低くなる。住戸 A、B とともに室温が低いときは冷房を使用せず、窓開放により温熱調節を行い、室温が 25℃前後のときは冷房を使用し、窓を閉鎖している。

3.4 冷房使用と窓開放の関係

図 16 は 3 住戸平均の冷房使用率、窓開放率をと外気温の推移を在・不在で分けずに示したものである。8月 30 日と 9 月 7 日前後では冷房使用率が高く、窓開放率が低く、外気温が高いので、窓開放をせずに冷房を使用していることがわかる。9 月 3 日前後では逆に冷房使用率が低く、窓開放率が高い。このときは外気温のデータが欠測しているが、外気温が低かったことが予想される。同様に 9 月 11 日前後でも冷房使用率が低く、窓開放率が高く、この日では外気温が低くなっている。9 月 23 日から 27 日にかけて冷房使用率と窓開放率が逆転している。この少し前あたりから外気温は徐々に低下しており、冷房使用の必要性が少なくなってきたことがわかる。10 月 10 日から 12 日にかけて外気温は高く、冷房使用率は少し上がるのに対し、窓開放率は 0.7 まであがっている。

4. まとめ

1) 3 住戸の室温は 10 月になると外気温よりも高くなる。8 月から 10 月にかけて外気温は幅広い温度をもつが、冷房の使用・不使用に関わらず、室温は 25℃から 27℃あたりにピークを持つ。住戸 A は在宅で冷房不使用時には室温に 2 つのピークがある。

2) 在宅時の住戸 A と B では、外気温が 27℃前後で冷房使用が多く、31℃で冷房使用が少なくなり、さらに外気温が高くなると冷房使用は多くなる。住戸 C では外気温が高いほど、冷房使用は単調に多くなる。

3) 在宅時の住戸 A と B では室温 25℃前後のときに窓を閉鎖しているときが多い。また、住戸 A、B は外気温が 21℃前後のときに窓を開放しているときが多く、それ以上の温度になると住戸 B では単調に窓開放率が低くなる。

4) 冷房使用、窓開閉、室温、外気温の関係は住戸によって異なる。

参考文献

⁴¹ 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 修士課程
⁴² 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 助教授・工博
⁴³ 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 教授・工博
⁴⁴ 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 助手・工修

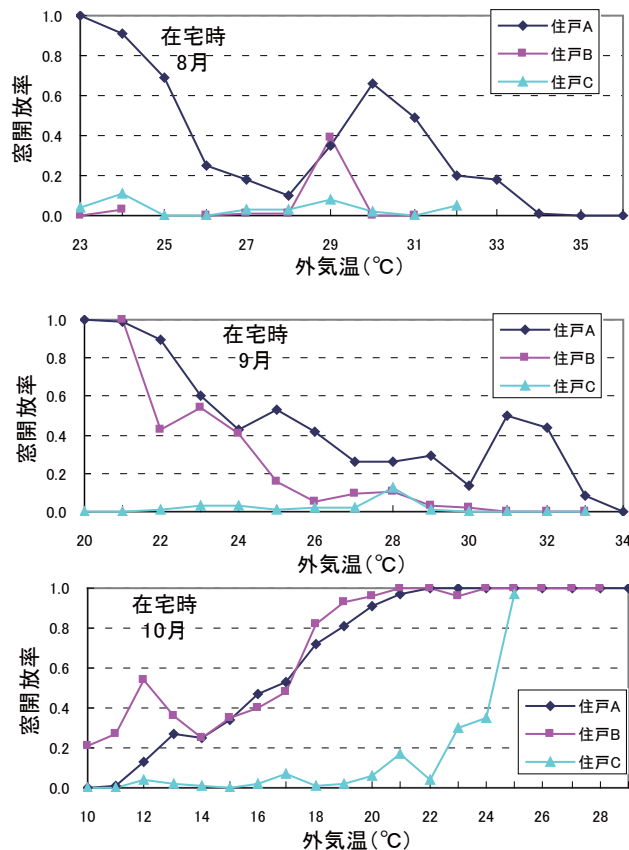


図 13 外気温別窓開放率

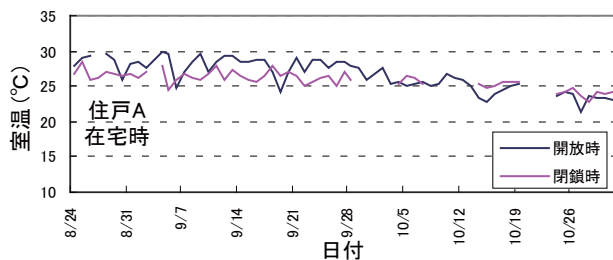


図 14 窓開放時と閉鎖時の室温推移

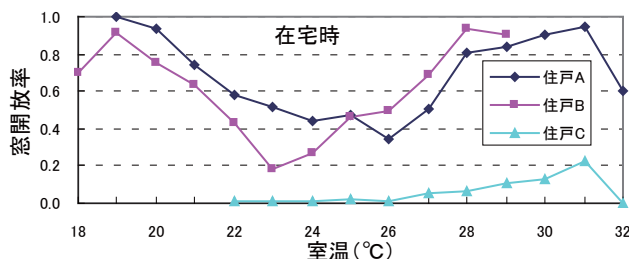


図 15 室温別窓開放率

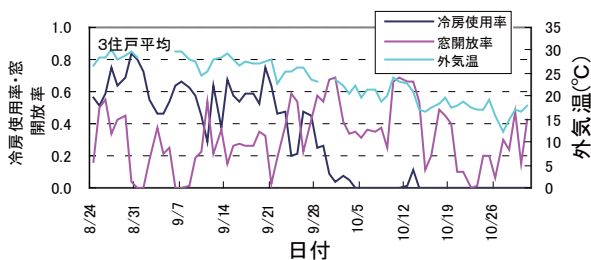


図 16 冷房使用率と窓開放率の推移

Graduate Student, Graduate School of Eng., Osaka City University.
 Assistant Prof., Graduate School of Eng., Osaka City University. Dr. Eng.
 Prof., Graduate School of Eng., Osaka City University. Dr. Eng.
 Instructor, Graduate School of Eng., Osaka City University. M. Eng.