

〈共同研究〉

「地元産木材の利用による省エネ型木造住宅の普及拡大に関する研究
―町屋の現代的再生と低炭素型社会の構築に向けて―」

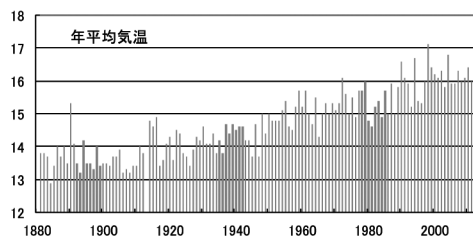
京都における過去と現在の気候からみた京町家の暮らし方

増 田 啓 子

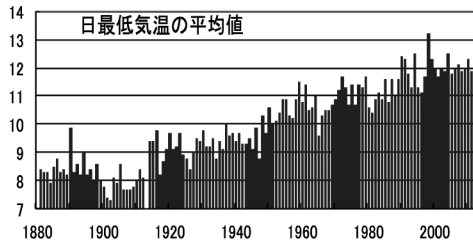
1. はじめに

京都市内の気候は、人間活動に伴い、2つの温暖化による気温上昇が顕著に現れている。温暖化の一つは地球温暖化による気温上昇（約100年間に年平均気温1.15℃上昇）と都市化に伴うヒートアイランド現象による気温上昇（約100年間に1.05℃）である。ヒートアイランド現象は1980年

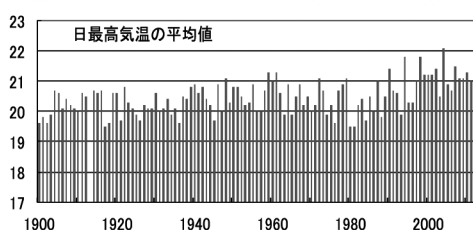
頃まで顕著であったが、現在の京都市は恒常的なヒートアイランド現象が残るものの、気温上昇へつながるヒートアイランド現象は小さくなっている。また、現在の京都市の気温は、60年前の鹿児島県の気温とほぼ同じであるが、ライフスタイルにはそれほど大きな変化は認められない。この気温上昇率が最も大きいのは、最低気温で、特に冬の最低気温の上昇率が大きく、冬の夜が暖かくなっ



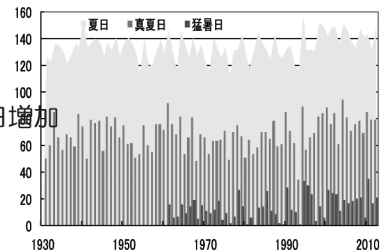
2.2℃/100年



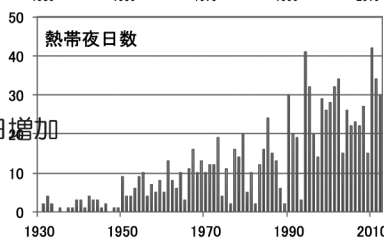
3.5℃/100年



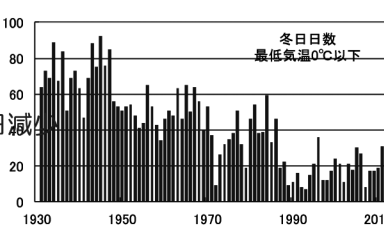
0.8℃/100年



80年間に17日増加



80年間に29日増加



80年間に57日減少

図1 京都の気候（気温、猛暑日、熱帯夜、冬日日数）の長期的変化

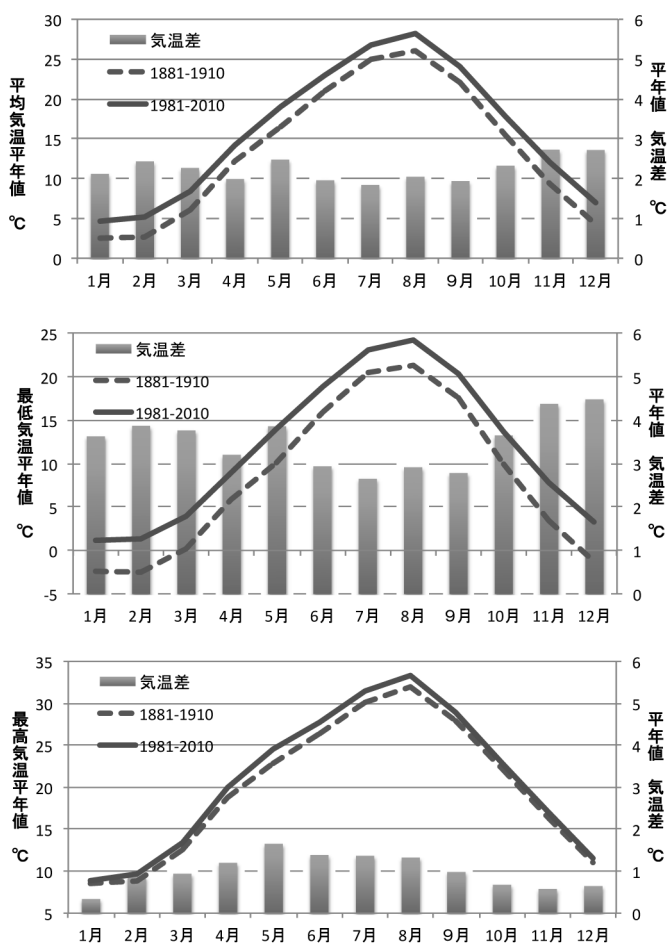


図2 京都における気温の現在の平年値と100年前の平年値との比較 棒グラフは気温差。

ているが特に生活には困らないため、人々はこの気温上昇を受け止め暖房を控えるなどの行動を行っていない。

本研究は京都市の気候が変化している実態を把握しながら、京町家を含む一戸建て木造住宅の生活スタイルを見直し、省エネ対策へと導くことを目的とした研究である。京町家を含む一戸建て木造住宅の電力消費量と部屋ごとの温度を計測することにより、夏・冬の部屋ごとの暖まり方、冷え方の時間的変化をとらえることができ、冷暖房の使用方法でも省エネができることが明らかになった。これまでマンションの電力消費量と気温の関係（増田、2011）を分析した結果と一戸建て木造住宅とを比較検討することによって、今後、京町

家を含む京都に点在する木造住宅の新築やリフォームをすることなしに、省エネができる提案をしていく。

2. 京都市における気候の変化

京都の気候を図1に示す。気温の長期的な変化をみると、年平均気温は100年間に2.2℃上昇している。最高気温が100年間に0.8℃上昇しているのに対して、最低気温は3.5℃上昇している。最低気温の上昇量は特に冬に顕著で冬日（日最低気温が0℃未満）日数が極端に減少している。これは冬の暖房によるエネルギー消費量を減らせることを示している。しかしながら、夏の最高気温の上

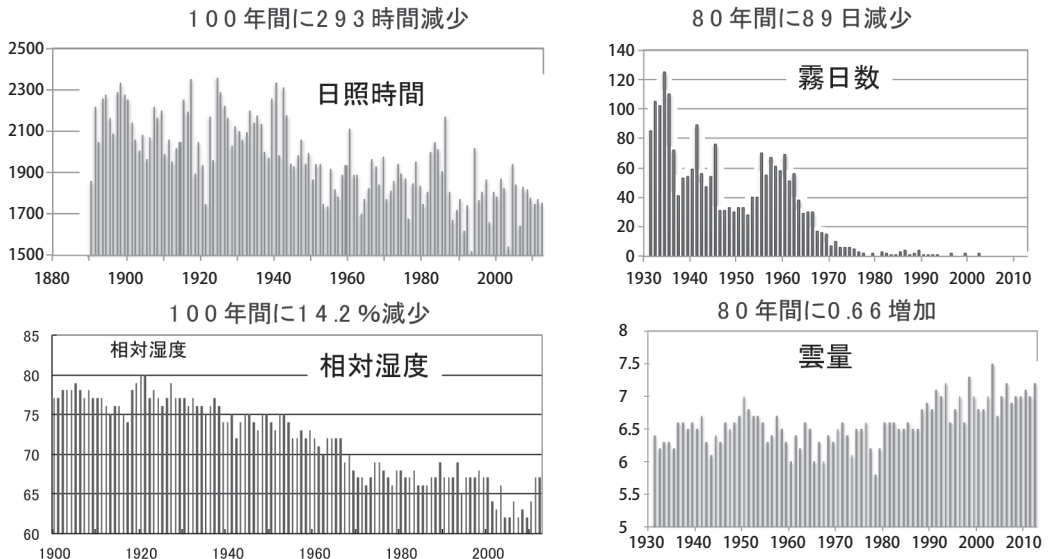


図3 京都の気候（日照時間、霧日数、相対湿度、雲量）の長期的変化

昇量は小さくても、冷房によるエネルギー消費量は増える計算となる。冬の暖かくなっていることは生活にほとんど支障ないが、夏のわずかな気温上昇でも非常に暑く感じる。猛暑日（日最高気温が35℃以上の日）日数や真夏日（日最高気温が30℃以上の日）日数が急激に増えていることや、夜の熱帯夜（日最低気温が25℃以上の日）日数が増えていることは、冷房の利用頻度が増えることを示している。現在の京都の気温は100年前の気温に比べどれだけ上昇したのか図2で比較すると、最低気温、平均気温、最高気温とも100年前より上昇しており、いかに京都が暖かくなっているかが分かる。平均気温では、1.94～2.72℃上昇しており、上昇量は6～9月が小さく、11～5月の上昇量が多い。最高気温の上昇量は小さく0.3～1.7℃上昇、4～8月が1℃をやや超える程度である。最低気温の上昇量が最も大きく、2.8℃～4.5℃も上昇しており、冬の最低気温の上昇量が顕著で、100年前に比べて3～4℃も上昇している。夏の最低気温の上昇は、冬に比べれば小さいが、それでも2℃以上あるため、夜のエアコン使用につながっている。

しかしながら、部屋の暖まり方も冷え方、部屋の最高気温や最低気温の現れ方も建物によって太陽熱による輻射熱で部屋の温度は異なる。京都の

輻射熱とも大きく関係する日照時間が100年間に293時間も少なくなっている（図3）。日照時間が減っている要因として雲量が増えていることが挙げられる。また、室内温度には湿度も大きく左右する。図3には京都の日照時間、雲量、相対湿度、霧日数の長期的傾向を示す。図4には日照時間、雲量、相対湿度について100年前の平年値と現在の平年値を月別に比較する。100年前の平年値と現在の平年値で比べた特徴を述べると相対湿度は、全ての月で8.9～14.4%減少、最も顕著なのが、最も湿度の低い4月の減少量が多いことである。日照時間の減少では、特に5～8月の夏の期間の減少率が41～63時間減少と大きいこと、日照時間の減少は、当然ながら雲量を増やしている。雲量は100年前の統計値がないため、50年前と比べると7、8月の雲量が多くなっている。

夏の日照時間が長いと輻射熱も高まるが、長期的な傾向として日照時間は減少している。部屋毎もまた、生活圏の気候の変化により住環境も変化している。このことから、京都で以前のような生活スタイルを続けることが良いとは限らないことも、長期的な気候の変化から知ることができる。そこで、最もエネルギー消費を抑制した生活を指して、ちょっとした工夫が必要である。

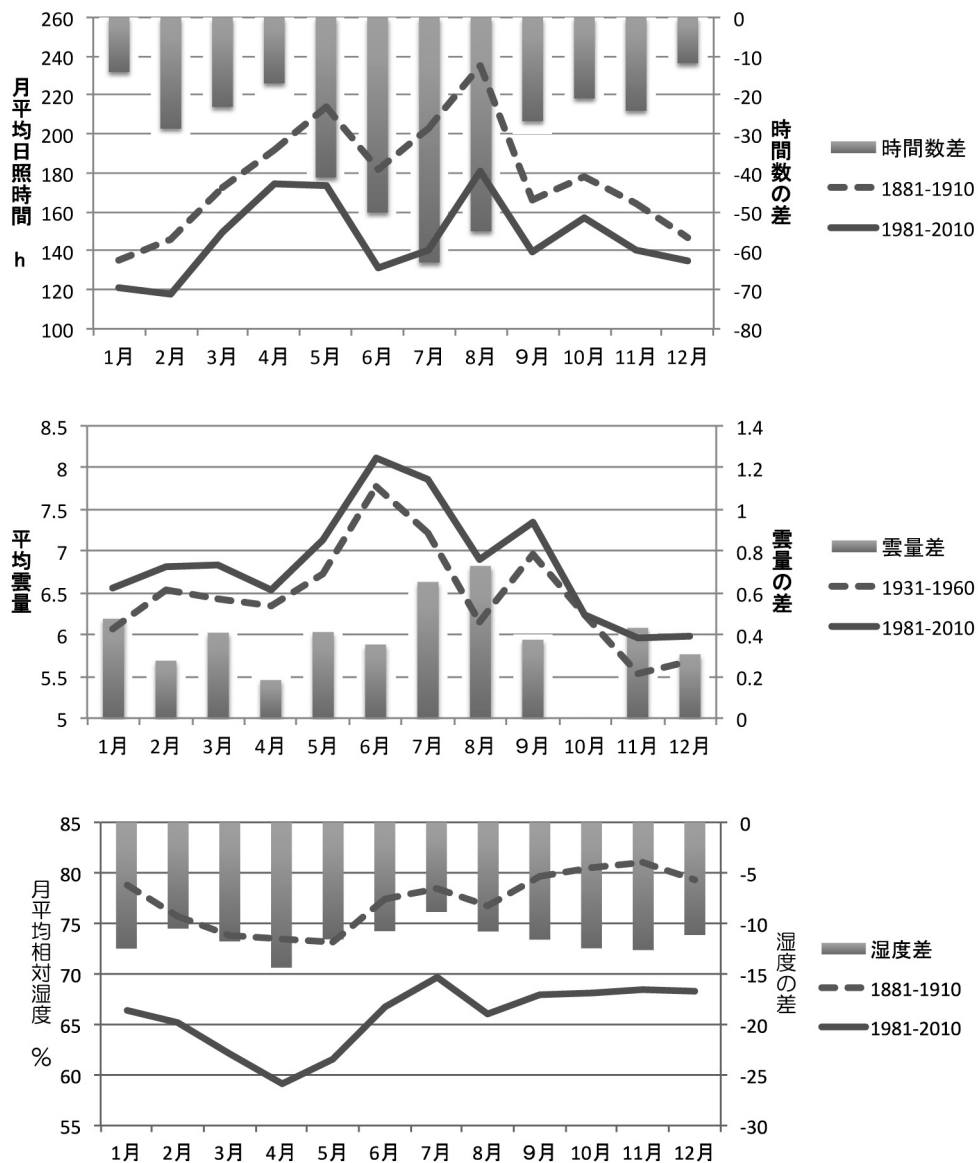


図4 京都における日照時間・雲量・相対湿度の現在の平年値と100年前の平年値との比較 棒グラフは100年差。

3. 木造住宅（京町家）の快適条件

人間が暑さ、寒さを感じる条件は、温度の高低の違いと考えがちであるが、湿度も風も重要な条件である。人は気温10℃を境目に体感温度が変わる。室内で快適に感じる体感温度は室温や湿度により異なる。冬と夏によっても異なる。木造住宅（京町家）の室内の快適条件は、冬は18～20℃、

湿度40～50%、夏は温度25～27℃、湿度50～60%で、体感温度は冬の湿度が10%以下になると湿度が高くてもあまり暖かく感じなく、逆に湿度60%を越えるとあまり涼しく感じなくなる。冬の気温が10℃以下の場合、湿度が上がると、気温は下がり寒く感じ、夏の気温が10℃以上の場合、湿度が上がると、気温は上がり暑く感じる。30℃以上の場合、湿度が10%増えると約1℃上昇す

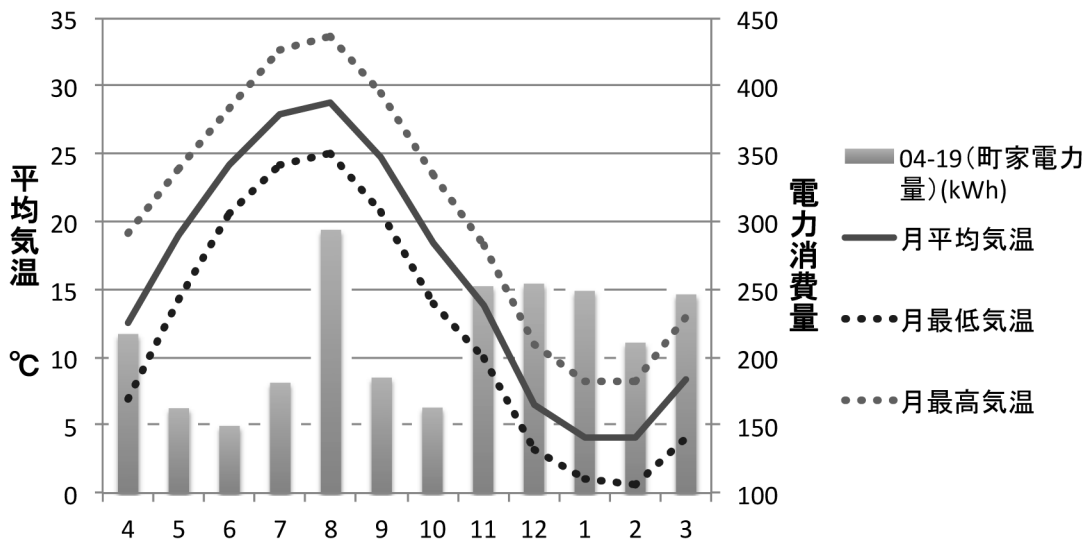


図5 京町家（H邸）の月別の電力消費量と外気温

る計算になるので、湿度調節が重要な鍵となる。風も体感温度を下げる役割があり、風が吹くと体表の熱が奪われるため、風が1m/s強くなると体感温度は1℃下がる。このため同じ気温でも湿度が高く、風がないほど暑く感じる。扇風機を利用すると、皮膚の表面の温度を奪うため、温度が高くても涼しく感じる。また、室内を快適にするには温度と湿度に加え、輻射熱（物質から放出される熱）がある。例えば窓や壁に触れると外気温に比べて冷たかったり暑かったりします。空気が暖まっても壁や床が冷たいと寒く感じる。逆に空気が冷たくても、壁や床が暖かければ暖かく感じる。北向きの部屋がひんやりするのに対して、南向きや西向きの部屋は夏に暑く感じるのはそのせいである。

$$\text{体感温度} = t - \frac{1}{2.3}(t - 10) \left(0.8 - \frac{h}{100} \right)$$

（ミスナール体感温度）

t =気温(℃)、 h =相対湿度(%)

$$\text{体感温度} = t - 4\sqrt{V}$$

（リンケの体感温度）

t =気温(℃)、 V =風速(m/s)

室温が冬は18℃以下のなると暖房を、夏は27℃を越えると冷房を入れるのが一般的であるが、

エアコンの適正温度は、エネルギー消費量を抑えることも考えて冬は20℃、夏は28℃とされている。部屋の向きによって輻射熱、室温や湿度に大きな温度差や湿度差があるため、輻射熱をうまくコントロールし、エアコンの入れ方などの利用方法を工夫することで体感温度が変わる。体感温度（効果温度）＝（室温＋部屋の壁や天井の輻射熱）÷2で求められ、同じ20℃の室温の部屋でも、輻射熱が10℃と16℃では、室内の体感温度は3℃も差がある計算になる。輻射熱のコントロールをするためには、カーテンの利用や壁に断熱材を使うことなどで快適さを増すことができる。つまり、快適な室内環境づくりは、温度と湿度をコントロールすることが重要である。その方法は、①外気の影響を少なくするためにカーテンを閉めたり、扇風機を使って空気を循環させ冷暖房の効率を上げる、温度のロスを小さくする方法、②湿度の高い夏場は除湿器やエアコンでの除湿、冬場は加湿器などを用いて除湿・加湿を行う方法、③窓を開けて風を通したり、扇風機で気流を起こしたり、換気扇を回したりして換気し、湿度調節を行う方法があり、冷暖房の効率もあがり、快適な室内環境を作り出す。冬季の温度パネルヒーターや床暖房などで暖かく感じるのは、この輻射熱である。距離の影響を受け、しかも方向性があるので、近

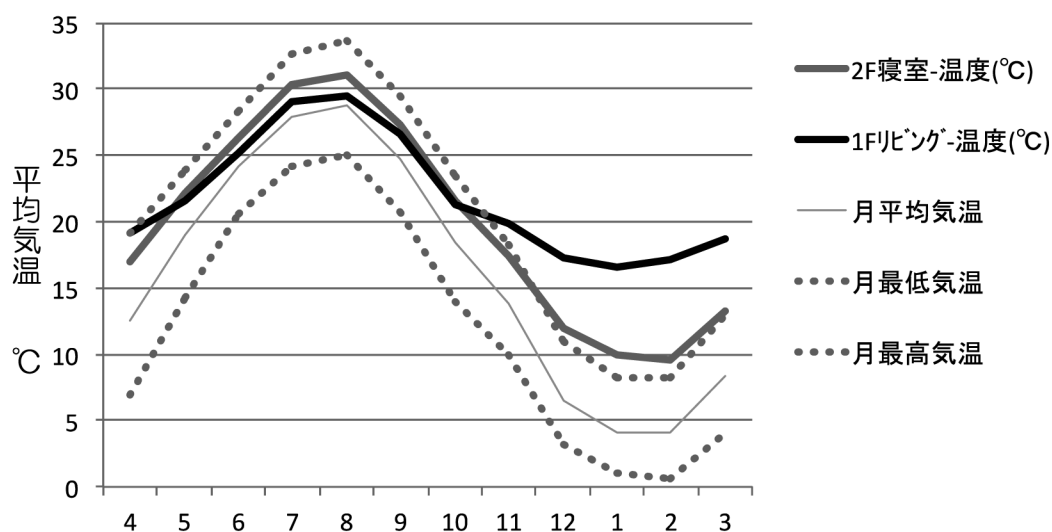


図6 京都市の外気温と京町家（H邸）の室温の月別変化

づくと暖かくなり、逸れたり離れたりすると寒くなります。

この外気温、室温、湿度、気流、輻射熱を工夫する以外でも、体感温度調節はできる。着衣を1枚はおったり、脱いだりする量を調節することや、体を動かすと暖くなる作業量を調節すること、冬に絨毯や夏のフローリングなどによる接触温熱感の工夫をすれば、暖かくも涼しくも感じることができる。衣服の保温力（熱伝導抵抗）はクロ（clo）値で表され、1クロとは「室温21.2℃、相対湿度50%、気流0.1m/sの下で椅子にかけて安静にしている状態と定義されている。作業量（代謝量）は、メット（Met）という単位（Kcal/m²/h）で表され、1メットは「身体の表面積1m²当たりの産熱量が1時間に50Kcalある時の状態」（椅子にかけた安静状態）とされ、安静時は0.7メット、歩行時（4.8km/h）が2.6メットくらいとされている（環境省、2005）。

3.1 2011年4月～2012年3月の外気温と京町家（H邸）における電力消費量

2011年3月より2012年3月まで、京都市の京町家である2階建のH邸（共働き＋子供の3人家族）にて室内温度について年間を通して10分おきに計測を行い、1Fと2Fの室温の違いや、日当りの良い部屋と日の当たらない部屋との温度の違

いから、暖房機器や冷房機器の効率的な利用方法の検証を行った。年間を通して月別の電力消費量、外気温（最高・平均・最低気温）を図5に示す。夏季の気温の高い8月には電力消費量は多く、冬季の平均気温が15℃を下回る11～4月の長期間多いことが、H邸の特徴となっている。この結果は1年間の観測結果のため、気温と電力消費量の相関が悪い月があり、その原因は在宅日数など関係している。

3.2 2011年4月～2012年3月の京都の気温と京町家（H邸）の室温

2011年3月より2012年3月までの年間を通して外気温（月最高・月平均・月最低気温）と、H邸の5部屋の室温のうち1階リビング（1階中央部）と2階寝室（西向き）の室温を比較してみる（図6）。いずれの部屋の温度も、月最低気温及び月平均気温より年間を通して高く、月最高気温よりは11月～3月を除いて低い。つまり、夏季の室温は最高気温より低く、冬季の室温は最高気温より高い傾向にある。特に冬季の1階の部屋は外気温よりかなり高い。1階リビングと2階寝室と比べると、1階の方が年間の気温変化が小さい。夏季の2階は輻射熱で暖まりやすいので1階より暑く、冬季の1階は冷めにくい特徴がある。このことから暖冷房は1階から利用開始することが省エ

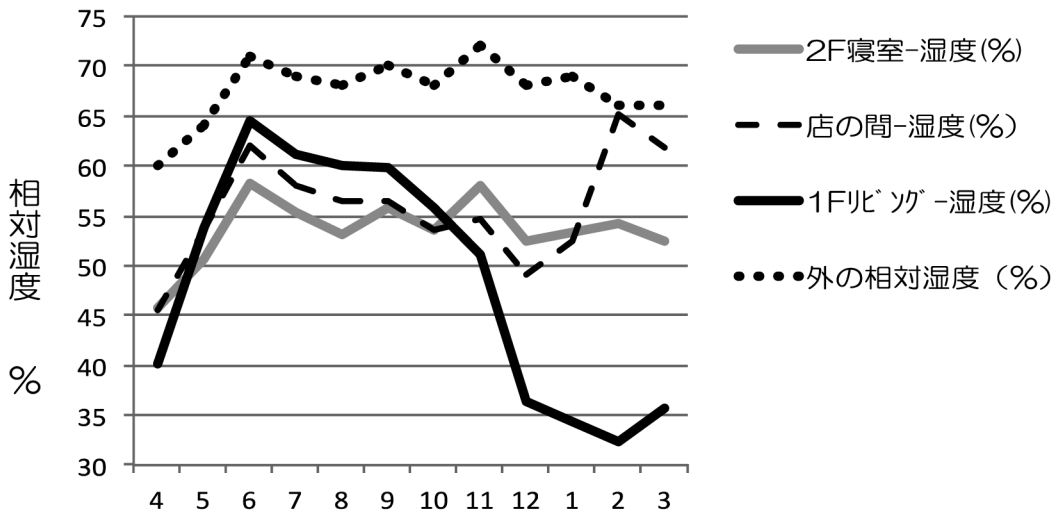


図7 京都市の外の相対湿度と京町家（H邸）の室内湿度の月別変化

ネにつながる。

3.3 2011年4月～2012年3月の京都の気温と京町家（H邸）の室内湿度

同様に、湿度について年間の変化を図7に示す。外の相対湿度に比べて、室内の湿度はすべて低い。外の湿度は、年間を通して60%～72%で、6月、9月、11月は70%を超える湿度となるが、室内の湿度は65%以下の月が多く、2階の部屋の湿度は快適状態である。2階の湿度の変化は年間を通して小さいが、1階の湿度の変化は大きく、冬から春にかけて非常に低く、乾燥しており快適な湿度ではないのが特徴である。室内の湿度はいずれの部屋も梅雨の季節の6月が最も高く、1階の西向きの店の間が2月と3月に高い傾向を示した。

4. おわりに

京都市内の気候が100年前と比べて、大きく変化していることを認識し、家庭での省エネ活動を行わなければならない。京都の町家が冬は底冷えがして寒く、夏は蒸し暑く住みにくいとされてきたが、現在の京都においては、この言葉は過去のことである。100年前と比べて現在の京都の冬の平均気温は2.1～2.7℃上昇し、夜の気温は3.6～4.5℃も上がっている。つまり冬の夜は非常に暖かくなっ

ている。夏の蒸し暑さで言えば、100年前に比べて8.9～12.5%相対湿度が低くなっている。このことから夏の蒸し暑さもやや緩和している。しかしながら、京都の夏の最高気温は1.3℃ほど高くなっているし、最低気温に関しては2.7℃ほど高くなっているため、夏の夜にクーラーが必要となる日や日中にクーラーを利用する頻度が増えていることは止む終えないことであろう。夏季のエネルギー消費量は増加することは止む終えないことだが、冬季のエネルギー消費量は抑えることは可能であると考えられる。また、現在の京都の気温は、60年前の鹿児島県の気温とほぼ同じであることから、60年前の鹿児島県がどのようなライフスタイルであったかを知ること必要であろう。

また、快適な室内環境は温度だけでなく、輻射熱や湿度や室内気流などがある。冬においては20℃前後、部屋の水平温度が一樣であること、上下の温度差が3～4℃であること、湿度は冬に40～50%で乾燥しすぎないこと、室内気流は0.1～0.2m/sであることなどを満たしてこそ満足するものである。この快適性を優先しながら、新築やリフォームをせずとも冬季の暖房、夏季の冷房などで省エネに取り組むことができる工夫がある。今後本研究は、京町家を含む一戸建て住宅とマンションなどの集合住宅とのエネルギー消費量の比較及びエネルギーの抑制効率率の分析を行な

っていく。本論文は紙面の都合上、京町家の室内環境や室内毎の暖まり方や暖冷房の利用の工夫などについて分析した結果は別の報告にしたい。本研究は社会科学研究所研究プロジェクトして助成を受けて行なった研究であると同時に、特別研究員（2011年9月～2012年8月）中に行なった研究の一部でもある。

参考文献

- [1] 環境省（2005）：「平成16年度都市緑化を活用した地域の熱環境改善構想の検討（中間報告）」（<http://www.env.go.jp/air/report/h16-13/>）
- [2] 増田啓子（2011）：京都の気候から考察する木造住宅（京町家）と集合住宅のエネルギー消費量、「地元産木材利用による省エネ型木造住宅の普及拡大に関する研究—町家の現代的再生と低炭素型社会の構築に向けて—」社会科学研究年報2010年度、第41号、75—83。