

都内住宅密集地における 2017 年夏季の暑熱環境調査

常松展充・市橋 新・中島 虹

【要約】 2017 年の夏季に墨田区内の戸建住宅の屋内外において約 2 ヶ月間に渡り実施した気象計測のデータや熱流体モデルを用いて、2016 年に引き続き、都内住宅密集地の暑熱環境の特性を調査した。その結果、屋内については、昼間に水蒸気の増加が顕著であり、昇温対策に加え水蒸気増加を抑制する対策が必要であることが示された。また、屋外については、空調用室外機の排熱潜熱化が暑熱対策として有効であることが示唆された。

【目的】

都区部外周部に広く分布する木造住宅密集地域（以下「木密」という。）は、都内でもとりわけ高齢化が進んでいる地域の一つである。また、熱中症発症は住居で最も多く、高齢者に多いことから、昨今の暑熱環境悪化に伴う熱中症発症リスクが最も高い地域は木密であると考えられる¹⁾。このため、木密における暑熱環境を詳しく調査し、その結果にもとづき暑熱対策を実施することが急務であるといえる。本研究では、2016 年夏季に文京区小日向地区で暑熱環境の実地計測を行った²⁾ことに続き、2017 年夏季に墨田区内の木密を対象とした暑熱環境計測を実施した。さらに、計測データの解析や数値シミュレーションにより、木密の暑熱環境特性を調べた。

【方法】

調査対象地域は典型的な木密である墨田区京島地区（京島 2～3 丁目）である。屋内外の気象を同時に計測することができるクラウドソーシング型小型気象センサ（「Netatmo」）を、町内会の協力を得て、6 棟の戸建住宅の屋内・屋外にそれぞれ 1 台ずつ設置した。このセンサによる計測項目は、屋外の気温・相対湿度及び屋内の気温・相対湿度・気圧等で、インターネットを通じて計測値をリアルタイムにモニタリングすることができる。計測期間は、設置箇所により多少異なるが、2017 年 7 月下旬～9 月下旬の約 2 ヶ月である。また、小型センサによる屋外計測の基準点として、2017 年 7 月 14 日～11 月 6 日の期間、墨田区押上小学校の地上部分に自動気象観測所（明星電気「POTEKA」）を設置した。さらに、日射及び輻射も計算することができる熱流体モデル（アドバンストナレッジ研究所「FlowDesigner2018」）を用いて、家屋 2 階部分の空調用室外機の排熱潜熱化が同地域の暑熱環境に及ぼす影響について数値シミュレーションを実施した。具体的には、建物等の 3 次元 CAD（ゼンリン「3D 都市モデルデータ」）をモデルに組み込み、戸建住宅に相当する各建物の地上約 4m の壁面付近に 1 台ずつ室外機を設置し、それに対してミストを噴霧し排熱を潜熱化することを想定したシミュレーションを実施した。

【結果の概要】

図 1 に、各小型気象センサによる計測値から得た気温及び水蒸気圧と、それらの値から簡易式²⁾により計算した体感温度（WBGT：湿球黒球温度）を、屋内・外についてそれぞれ全棟平均した値の時間変化を示した。これは、都心における気象庁観測データをもとに、8 月 1 日～31 日のうち日最高気温 30℃以上・日降水量 1mm 以下の日を「暑熱日」と定義して抽出した 15 日分の計測値を平均したものである。この図を見ると、昼間午後において、屋内の水蒸気圧は屋外と同程度まで増大している（図 1b）。京島地区では築年数が長く気密性が悪い木造の家屋が多いものとみられ、このことが昼間の顕著な水蒸気増加をもたらしている可能性が考えられる。このように、気温の上昇に加えて水蒸気の増加も屋内における昼間の体感温度の上昇に大きく寄与しており、木密の暑熱対策としては、昇温だけでなく屋内の水蒸気増加を抑制する対策も重要であると考えられる。次に、図 2 は、熱流体モデルによる京島地区の一部を対象としたシミュレーションから得られた室外機排熱対策無しの場合と排熱潜熱化ケースにおける、体感温度（SET*：標準新有効温度）の分布を示したものである。これを見ると、後者では特に住宅が密集した場所で体感温度が顕著に下がっている。このことは、ミスト噴霧による湿度増加より気温低減効果が大きく、室外機排熱潜熱化が住宅密集地の暑熱環境改善に対して有効であることを示唆している。

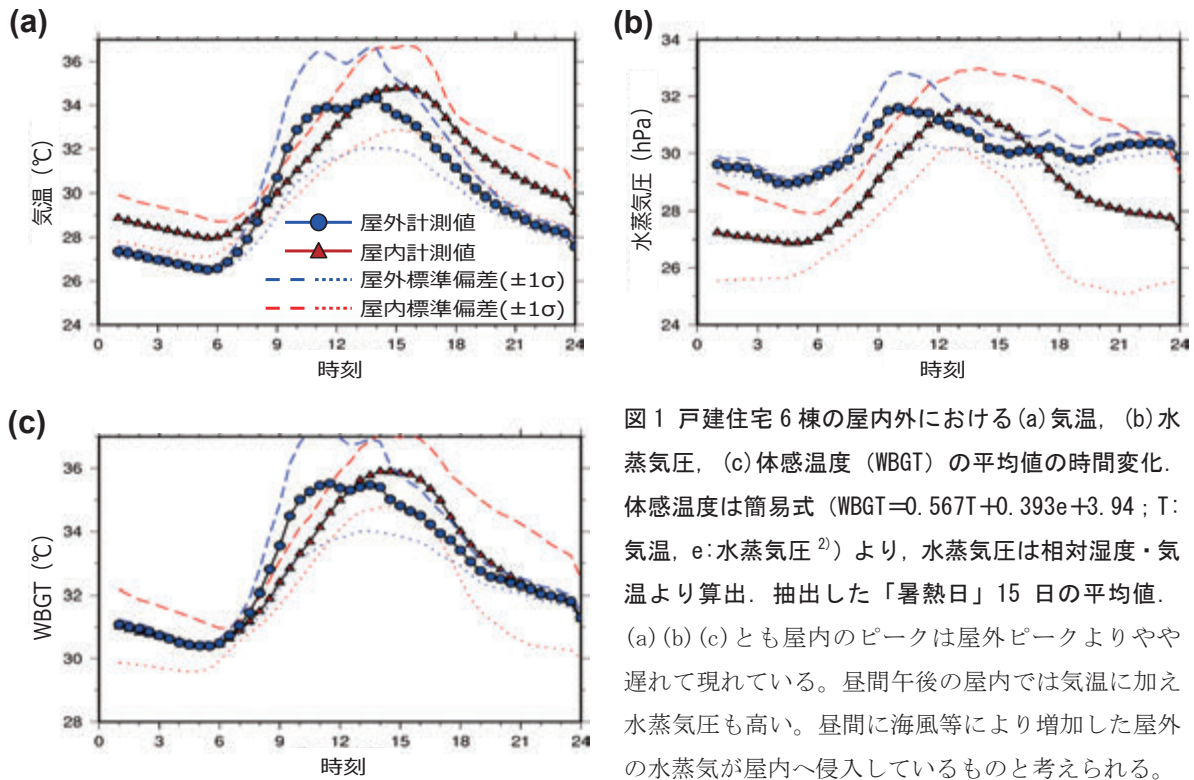


図1 戸建住宅6棟の屋内外における(a)気温, (b)水蒸気圧, (c)体感温度(WBGT)の平均値の時間変化. 体感温度は簡易式 ($WBGT=0.567T+0.393e+3.94$; T: 気温, e: 水蒸気圧²⁾) より, 水蒸気圧は相対湿度・気温より算出. 抽出した「暑熱日」15日の平均値. (a)(b)(c)とも屋内のピークは屋外ピークよりやや遅れて現れている. 昼間午後の屋内では気温に加え水蒸気圧も高い. 昼間に海風等により増加した屋外の水蒸気が屋内へ侵入しているものと考えられる.

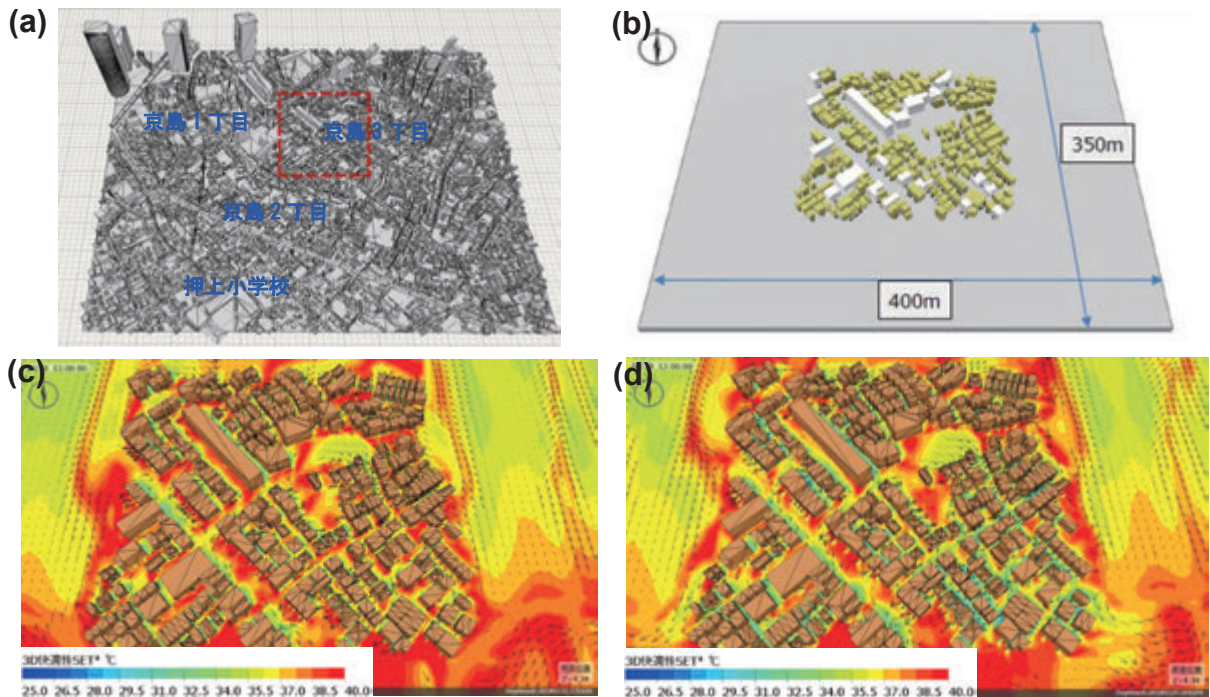


図2 熱流体モデルによる数値シミュレーション結果 (2017年8月28日13時). (a)計算対象領域 (赤色破線枠内), (b)建物配置 (薄茶色が戸建住宅), (c)空調用室外機排熱対策無しケースのSET*, (d)室外機排熱潜熱化ケースのSET*. 境界条件に都心における気象庁観測データ使用. 住宅が密集した場所での体感温度低下が目立つ.

【参考文献】

1) 常松展充:「都市のヒートアイランド現象と猛暑」, 安全工学, 56, 430-438 (2017).
 2) 常松展充ほか:「都内住宅密集地における2017年夏季の暑熱環境調査」, 東京都環境科学研究所年報2016, 84-85 (2017).