

都内住宅密集地における 2018 年夏季の暑熱環境調査

常松展充・市橋 新・中島 虹

【要約】2016・2017年に続き、2018年夏季に大田区内の戸建家屋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、住宅密集地の暑熱環境特性を調査した。その結果、屋内においても屋間に水蒸気量の増加が顕著であることから、昇温対策に加え、家屋の気密性能向上等、水蒸気増加を抑制する対策が必要であることを確認した。また、屋外空間では風速が小さく、熱がこもりやすい環境であるといえる。

【目的】

都区部の外周部に広く分布する住宅密集地域は、都内でも特に高齢化が進んでいる地域の一つである。また、都区部における熱中症発症は、住居で最も多く、また、高齢者に多い¹⁾。このため、当該地域を対象として、家屋内外の暑熱環境の実態を調査し、その結果にもとづいて暑熱対策を検討することが重要であると考えられる。本研究では、2016年夏季に文京区小日向地区、2017年夏季に墨田区京島地区の暑熱環境を調査した^{2,3)}ことに引き続き、2018年夏季に大田区蒲田地区の住宅密集地を対象に暑熱環境調査を実施したので、結果を報告する。

【方法】

典型的な住宅密集地の一つである大田区西蒲田地区（西蒲田1・3・4丁目）と東蒲田地区（東蒲田1・2丁目）を調査対象とした（図1）。自治会・町会の協力を得て、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、20棟の戸建家屋の屋外・屋内にそれぞれ1台ずつ設置した。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（表1）。計測期間は、設置箇所により多少異なるが、2018年7月下旬～9月中旬の約2ヶ月で、24時間連続・約5分間隔で計測した。また、日射・輻射や体感温度も計算することができる熱流体モデル（アドバンスドナレッジ研究所製「FlowDesigner」）を使用し、建築物の3次元CAD（ゼンリン製「3D都市モデルデータ」）をモデルに組み込むことで、地上風速等の数値シミュレーションを行った。

【結果の概要】

図2は、各小型気象センサによる気温と、気温と相対湿度から算出した水蒸気量、及び気温と水蒸気圧から簡易式（図2のキャプション参照）により計算したWBGT（Wet Bulb Globe Temperature；体感温度指標の一種）の日変化を示したものである。これは、小型気象センサを設置した20棟のうち、計測期間が短い1棟を除外した19棟について、屋外・屋内ごとに気温・水蒸気量・簡易WBGTをそれぞれ平均した値の日変化である。都心における気象庁観測データをもとに、計測期間中において真夏日（日最高気温30℃以上）かつ降水が観測されなかった日（全26日）抽出し、それらの日について平均値を求めた。この図を見ると、昼間午後において、屋内の水蒸気量は屋外と同程度まで増加している（図2b）。屋内の水蒸気量の増加は、築30年を超えるような木造家屋が多い京島地区の計測結果³⁾において顕著であり、気密性能の低い家屋ほど、海風の卓越に伴って屋外で増加した水蒸気が屋内へ侵入しやすい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、住宅密集地の暑熱対策として、昇温対策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3は、熱流体モデルによる西蒲田・東蒲田地区の風速のシミュレーション結果である。これを見ると、海風卓越時のような条件を与えているにもかかわらず、特に家屋が密集している所の風速は非常に小さく概ね1m/s未満であり、熱がこもりやすい環境であるといえる。

【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2016年夏季の暑熱環境調査」, 東京都環境科学研究所年報2017, 84-85 (2017).
- 3) 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2018, 78-79 (2018).



図1 調査対象地. 計測: 西蒲田10棟, 東蒲田10棟.

表1 小型気象センサによる計測の概要.

設置場所	大田区西蒲田一・三・四丁目、東蒲田一・二丁目 (全20箇所)
設置台数	1箇所につき屋内機・屋外機1台ずつ (計20セット)
設置期間	2018年7月23日~9月21日*
計測項目	屋外気温、屋外相対湿度、屋外風向風速、 屋内気温、屋内相対湿度、屋内気圧、屋内CO ₂ 濃度等
機器仕様	NETATMO: 温湿度センサ (Sensirion SHT20)、 Optical CO ₂ センサ、Wi-Fiデータ通信等

*設置地点によって多少異なる。

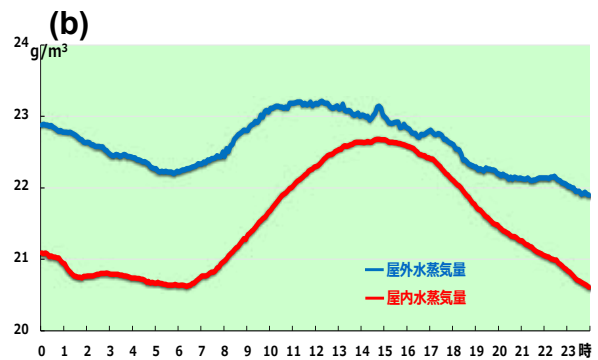
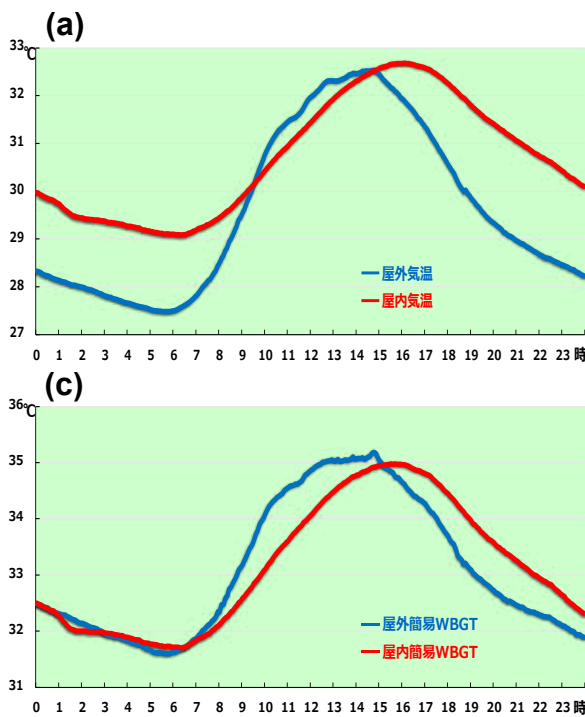


図2 蒲田地区の戸建家屋19棟の屋外・屋内における(a)気温(°C)、(b)水蒸気量(g/m³)、(c)体感温度(簡易WBGT)(°C)の平均値の日変化。水蒸気量は気温と相対湿度より算出。簡易WBGTは $0.567T + 0.393e + 3.94$ (T:気温, e:水蒸気圧)より算出。真夏日かつ無降水の日(全26日)の平均。(a)(b)(c)とも屋内のピークは屋外より遅れて出現。屋内では日中、昇温に加え水蒸気量が大きく増加する影響で午後に体感温度が高い。

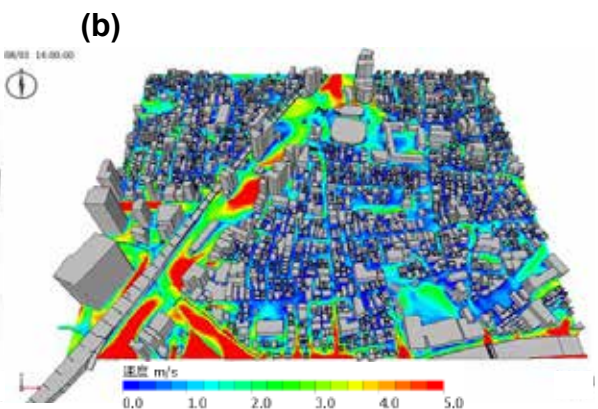
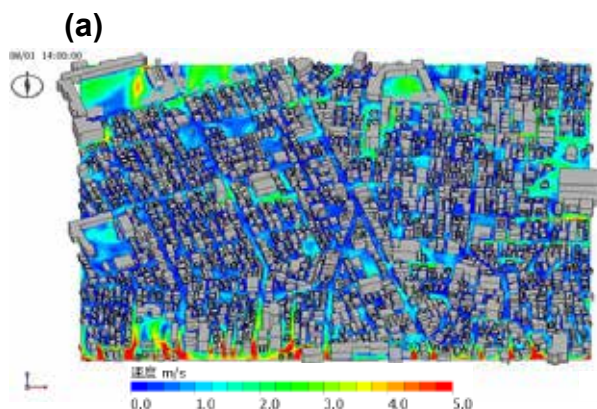


図3 (a)西蒲田地区及び(b)東蒲田地区における地上2m風速(m/s)のシミュレーション(2018年8月1日14時)。境界条件: 気温34°C・相対湿度65%・南風・風速6m/s(地上10m高さ)。初期時刻: 同日12時。計算領域: 東西1,500×南北1,500×鉛直180m。格子間隔: 3m。境界条件は都心における気象庁観測データを参考にして設定。校庭や幹線道路に相当する所と比較して、家屋が密集した所では風速が概ね1m/s未滿であり風が非常に弱い。