

都内再開発地における都市緑地創出前の暑熱環境調査（2019年夏季）

常松展充・市橋 新・中島 虹*

(*現：産業技術総合研究所)

【要約】都内の再開発地区を対象として、2019年の夏季2ヶ月間、環境計測センサを用いた気温の常時計測を実施し、また、ヘリコプター搭載サーモカメラによる地表面温度計測を実施することで、再開発に伴う都市緑地創出前の暑熱環境の実態を把握した。さらに、再開発前後の暑熱環境をシミュレートした結果、緑化による気温低下や建物密集状況解消に伴う風速増加により、再開発地風下地域の体感温度がやや低下することが示された。

【目的】

グリーンインフラは、ヒートアイランド現象による東京の暑熱化に対処するための費用対効果の高い手段の一つと考えられる。本研究は、再開発による都市緑地創出前後の暑熱環境改善効果を、省エネ効果等も含めて定量的に明らかにし、都市緑化等によるヒートアイランド対策の推進に資する科学的知見を得ることを目的とする。本稿では、2019年夏季に北青山三丁目再開発地¹⁾を対象として実施した暑熱環境調査の結果を報告する。

【方法】

東京メトロ表参道駅から150mほど北に位置する北青山三丁目再開発地において、2019年7月30日～9月30日の期間に小型環境計測センサ（Sens' it V3；STMicroelectronics製HTS221温湿度センサ）による気温等の常時計測を実施した。掌サイズのこのセンサは、バッテリー駆動かつデータ送受信機能内蔵のため電源不要・別途通信機器不要であることに加え、防水・防塵対応（IEC規格IP54準拠）である。再開発地内部とその近隣の各3箇所において、地上約1.5m（一部約1.2m）の高さにセンサを設置し、10分または1時間間隔で計測した。

また、ヘリコプターにサーモカメラ（日本アビオニクス製サーモレーサ TS7302）を搭載し、典型的な夏季晴天日となった8月2日の最高気温出現時に、地表面温度（上向き赤外放射量）計測を実施した。計測高度は約610mである。計測データの解像度は1mであり、空撮映像を正射投影により修正するオルソ幾何補正を施した。

さらに、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）をモデルに組み込み、体感温度等の数値シミュレーションを行った。乱流計算にはk-εモデルを適用した。気温、湿度、日射、地面・壁面からの輻射、風速等の計算に加え、再開発後のシミュレーションでは樹木の蒸散作用についても計算し、体感温度の一種であるWBGT（Wet Bulb Globe Temperature：湿球黒球温度）を一般に用いられている式（ $WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{気温}$ ）から求めた²⁾³⁾。

【結果の概要】

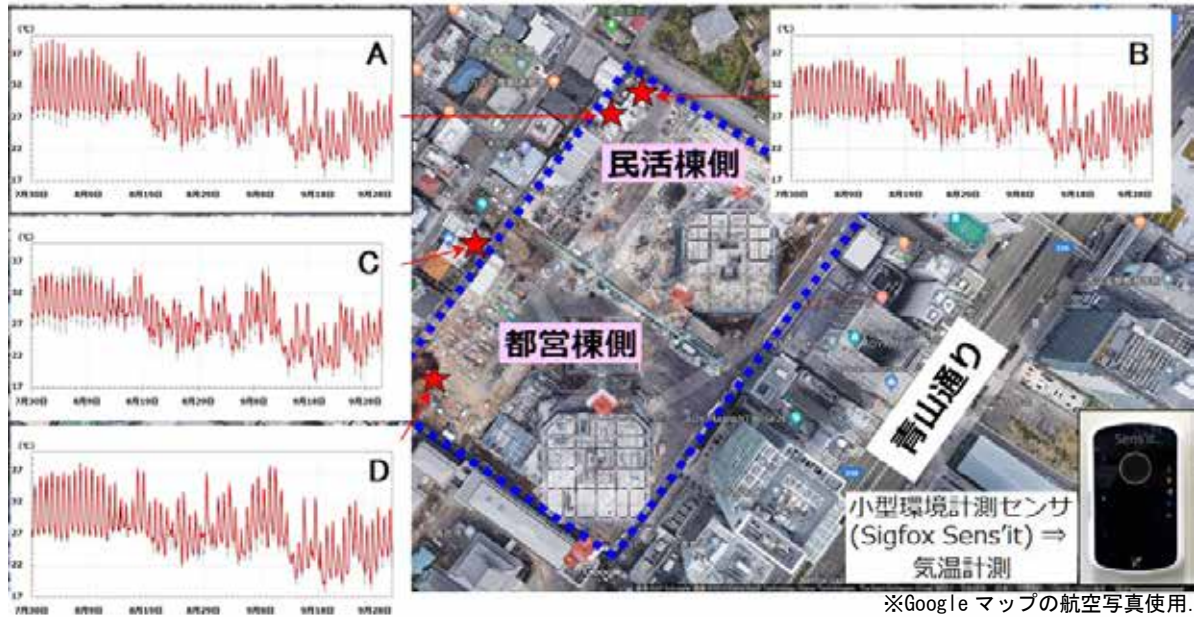
図1は、小型環境計測センサによる気温の計測結果である。計測期間中、晴れの日が多かったため、日々の気温の日変化が明瞭に出ており、最高気温が35℃を超えている日も多い。次に、図2は、ヘリコプター搭載サーモカメラによる地表面温度の計測結果である。再開発地内部の緑化予定箇所が高温になっていることがわかる。図3は、再開発前後（都市緑地創出前後）のWBGTの変化をシミュレートしたものである。南東寄りの風が卓越しているが、再開発地の風下側地域では最大0.5℃程度の体感温度低下がみられる。これには、緑化による気温低下に加えて、旧来の都営アパートが撤去され建物密集状態が解消されたことに伴う風速増加が寄与している。

なお、2021年夏季に同再開発地において緑化後の暑熱環境計測を実施し、本稿で示した緑化前の計測結果と比較するとともに、再開発地の近隣建物におけるスマートメーターの電力消費量データ（グリッドデータバンク・ラボ所有）と併せて解析することで、都市緑地創出による暑熱環境改善効果を定量的に示す予定である。

【参考文献】1) 東京都都市整備局：北青山三丁目地区まちづくりプロジェクトWebページ（2017）。

2) Stull：Wet-Bulb temperature from relative humidity and air temperature, J Appl Meteorol Climatol, 50, 2267-2269 (2011).

3) ISO7726：Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities (1998).



※Google マップの航空写真使用.

図1 小型環境計測センサによる気温(°C)の実地計測結果. 青破線は再開発事業範囲. 各折れ線グラフ中の黒点線は練馬アメダスの気温. 図の上方が北. 都心に位置するため最低気温は高めだが アメダスの気温と整合的.



図2 北青山三丁目再開発地とその周辺の(a)可視画像と(b)地表面温度(°C)(8月2日13時30分). ヘリコプターによる撮影・計測. 放射率は一律に1と仮定. 緑化予定箇所(👉)の温度は概ね40°C以上で高温である.

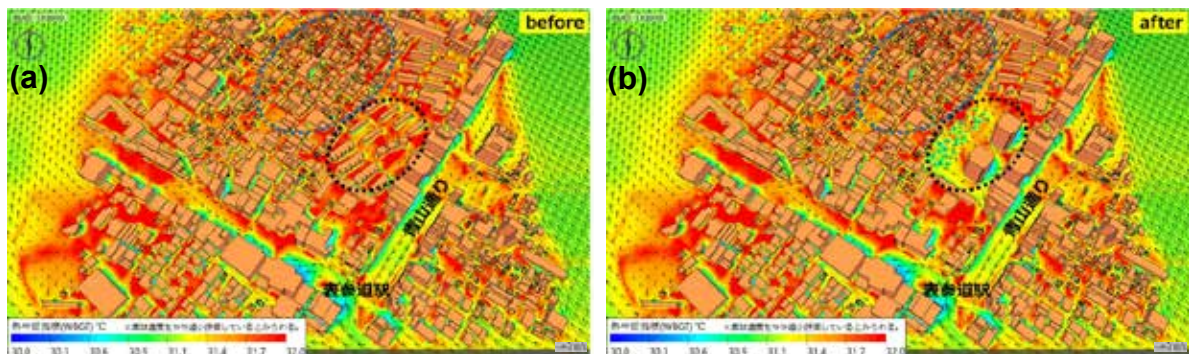


図3 北青山三丁目再開発地とその周辺の(a)再開発前と(b)再開発後における地上約1.5mのWBGT(°C)と風向風速(m/s)のシミュレーション結果(8月2日13時30分). ベクトルは風向風速. 初期時刻: 同日10時00分. 境界条件: 東京北の丸における気象庁観測値. 計算領域: 東西1,500m×南北1,500m×鉛直180m. 格子間隔: 3m. 黒点線は再開発事業範囲. 建築物形状は2017年2月時点のもの. ただし再開発後(b)の再開発地内部の建築物形状・樹木については暫定的なもの(ダミー). 再開発地の風下側地域(青点線内)では, 再開発前(a)に比べ再開発後(b)にWBGTが0.2°C程度低下している所が多い. 計算域全体では日陰形成によるWBGT低減効果が大きい.