

摂南大学	正会員	熊谷	樹一郎
摂南大学	学生員	○東中	一晃
摂南大学大学院	学生員	植松	恒
摂南大学大学院	学生員	岩田	健太郎

1. はじめに: ヒートアイランド対策の一手段として緑地などの透水面の活用が期待されている。透水面は蒸発散機能を有しており、周囲に比べて気温が低く保たれるとともに、周辺市街地にまで気温の低減効果をもたらすことが確認されている。また、透水面分布が空間的に連なることで周辺市街地への気温の低減効果が高まるとの指摘もある¹⁾。そこで我々は、空間的自己相関分析を応用した空間分析手法に地球観測衛星データ（以降、衛星データ）を適用し、透水面分布が空間的に連なる箇所を透水面軸と定義・抽出してきた。さらに、気象観測データを用いた検証を通じて、透水面軸周辺で気温の低減を示唆する結果を得ている²⁾。その一方で、ヒートアイランド現象の実態把握には、高密度に配置された気象観測局が必要となる。高密度観測での気象データを使用した検証によって透水面軸の気温の低減効果がより詳細に分析可能になると期待できる。さらに、この高密度現地観測はヒートアイランド対策の効果として期待される人の暑熱環境改善についても寄与する可能性がある。近年、ソーシャルメディアの登場により、人々は周囲の状況や感情、考えなどをインターネット上に発信するようになった。特に、位置情報付きの発信データには空間上での特性が表れている可能性がある。したがって、気温に関する位置情報付きソーシャルメディアデータと高密度現地観測による気温データとを併用した上で透水面軸の特性を調査することで、透水面分布の気温の低減効果と暑熱環境の変化との空間的な関連性を明らかにすることが期待できる。本研究では、ソーシャルメディアデータとしてツイートデータを取り上げ、高密度な気象観測データとともに採用することで、透水面軸の気温低減効果を検証した。

2. 対象領域および対象データの選定: 対象領域は京都市全域（約 30km×約 50km）とした。京都市は、三方を山々に囲まれた京都盆地に都市部が形成されており、ヒートアイランド現象が顕著に現れる都市の 1 つである。都市部には、京都御所や吉田山などの大規模な透水面が分布している。対象データとしては 2013 年 7 月 20 日観測の Landsat-8 OLI（空間分解能：30m×30m）データを採用した。

3. 透水面軸の抽出: Landsat-8 OLI データから 1 画素内の透水面の割合を衛星透水面率として算出した。算出した衛星透水面率に距離パラメータ d を 345m~45m まで変化させながら空間的自己相関分析を適用し、各距離パラメータ d で「負の空間的自己相関あり」と判別された結果を層状に重ね合わせることで負の SSC (Spatial Scale of Clumping) を作成した³⁾。図-1 に対象領域内の負の SSC を示す。負の SSC の谷部分は、透水面が分布している可能性の高い領域が、低い領域の近傍に迫るように分布する箇所と見なせる。そこで、負の SSC の最上層から最下層まで連なるものを透水面軸として図-1 のように抽出した²⁾。

4. 現地観測の実施: 都市部における気温の分布状況を把握するため、対象領域内の都市部（約 15km×約 20km）に位置する小学校の百葉箱を使用して、データロガー付温湿度計 (TR-72wf ((株) ティアンドデイ)) を用いた現地観測を実施した。事前に百葉箱の天空状態や周囲の観測環境などを調査し、周辺の土地被覆の状態や測定機器に対する建物、樹木、地形などの障害物、人工排熱発生源などを確認した上で、データロガー付温湿度計を設置する 48 校を選定し、2015 年 7 月 31 日から 2015 年 9 月 28 日にかけて温度と湿度を 10 分間隔で計測した。8 月

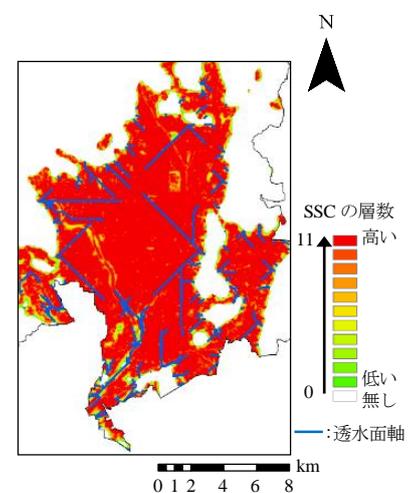


図-1 負の SSC と透水面軸

の夜間（4時）における都市中心部の一部の観測局では、気温が26℃を上回る結果を得た。その一方で、山地から比較的近い距離に位置する観測局での同時刻における気温は24℃程度と、都市中心部の観測局と比較して2～3℃程度低い値を示した。8月の日中（15時）でも、夜間と同様に山地から近い観測局で都市中心部より1～2℃程度低い値を示すなど、京都市の都市部を中心にヒートアイランド現象が発生している状態を高密度に観測することができた。

5. 気温に関するツイートデータの収集とその空間分布の推定：

2015年8月1日から2015年9月30日にかけて、Twitter APIを用いて京都市内の位置情報が付与された気温に関する102件のツイートデータを取得した。得られた結果をカーネル密度推定法に適用して、京都市内における気温に関するツイートデータの空間分布を推定した。その結果、京都駅周辺や祇園四条など人通りの多い場所で密度が高い値を示し、一般的な人の流れに類似した傾向が見られた。そこで、気温の変動による影響が乏しいと考えられる2015年10月9日から2015年11月14日までの京都市内の位置情報を持つ全てのツイートデータを収集し、それとの比率（以降、気温ツイート比）を算出することで、通常的人口動態によらない気温に関するツイートデータの空間分布特性を推定した。

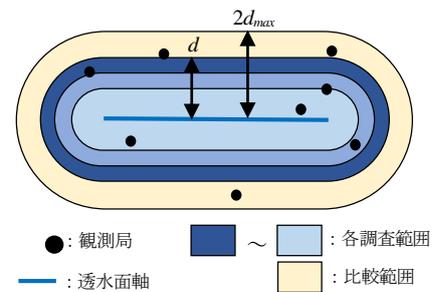


図-2 検証の概念図

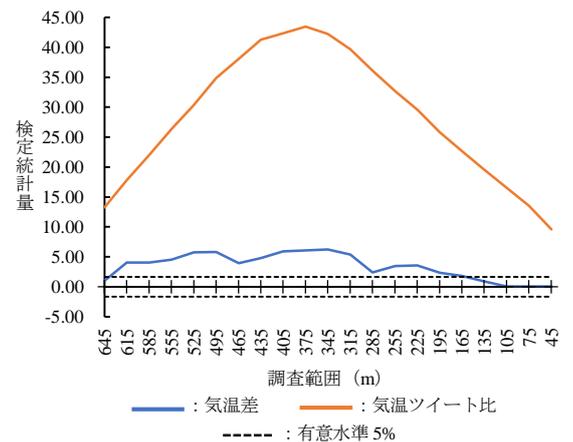


図-3 気温差と気温ツイート比の検証結果

6. ツイートデータと透水面軸との関連性の調査：

人の暑さの感じ方について、急激な温度変化が伴うと、身体への熱ストレスの影響が大きくなるとの指摘がある。このことから、人の暑熱環境を把握するためには日中と夜間との気温差に着目する必要があると推察できる。そこで、透水面軸の近傍と遠方との日中と夜間との気温差の平均値を統計的に比較した。検証の概念図を図-2に示す。図-2の d および $2d_{max}$ は負のSSCを作成する際に設定した距離パラメータを基にしている。透水面軸から調査範囲を645m～45mまで30m間隔で変化させた上で、各調査範囲内に含まれる観測局と比較範囲に含まれる観測局とでの日中と夜間との気温差の平均値を検定統計量を用いて比較した。なお、 $d_{max}=345m$ を2倍した $2d_{max}$ は690mとなるが、45mから30m間隔で増加させていくと、675mから15m増加した値となるため、 $2d_{max}$ を675mとした。検証結果を図-3に示す。横軸に調査範囲、縦軸に検定統計量を表し、検定統計量の値が正の側に振れると、調査範囲で日中と夜間との気温差が大きくなることを示す。調査範囲615m～165mで検定統計量の値が正の側の有意水準5%を満たし、日中と夜間との気温差が大きくなる結果が得られた。さらに、同様の方法で調査範囲と比較範囲との気温ツイート比の平均値を比較した（図-3 橙色実線）。調査範囲の全体を通じて正の側の有意水準5%を満たし、透水面軸近傍で気温ツイート比が大きくなる傾向を示した。日中と夜間との気温差が大きくなる透水面軸から345m付近において、気温に関するツイートデータの出現頻度の割合も高くなっていることがわかる。以上から、透水面軸の気温の低減効果が人の感じる暑さにも影響を及ぼしている可能性が示唆された。

7. まとめ：

データロガー付温湿度計を用いて夏季のヒートアイランド現象の実態を高密度で観測した。さらに、気温に関するツイートデータの空間分布を推定するとともに、日中と夜間との気温差との関連性を調査した結果、透水面分布の気温の低減効果が人の暑熱環境に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

【参考文献】1) 成田健一，菅原広史：都市内緑地の冷気のにじみ出し現象，地学雑誌，Vol.120，pp.411-425，2011年
 2) 熊谷樹一郎，植松恒，中島善彰：広域的な観点からの透水面分布の分布状態と夜間気温との関連性の検証，GIS-理論と応用，Vol.20，No.2，pp.47-57，2012年
 3) 熊谷樹一郎，前田壮亮：事前広域評価支援を目的とした植生分布に関する空間分析方法の開発，土木学会論文集F，Vol.64，No.3，pp.237-247，2008年