

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

1. はじめに：ヒートアイランド現象の実態を把握する一つの方法として，多数の計測地点で同時に気象観測を実施することが望まれている．高密度に配置された気象観測機器の使用によってヒートアイランド現象の全体像を把握することや，種々の要因との関連性を分析することが可能となる．一方，透水面・不透水面といった地表面被覆の要因については，広域的に分析することも必要であり，気象観測データの整備に難しい面があった．透水面は蒸発散機能を有しているとともに，個々の透水面が空間的に連なるよう配置されることで，周辺市街地の気温を低減させる効果が高まるとの指摘もある¹⁾．これまで我々は，地球観測衛星データ（以降：衛星データ）から推定された広範囲の不透水面分布に空間的自己相関分析を応用した空間分析手法を適用し，透水面が空間的に連なる箇所を抽出してきた．さらに，気象観測データを用いた透水面軸の検証では，オンラインでの入手が可能な AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) データと大気汚染常時監視測定局の気温データを用いて，透水面軸周辺で気温の低減効果があることを示唆する結果を得ている²⁾．本研究では衛星データから不透水面率を推定し，データロガー付温湿度計を新たに設置するとともに現地計測を実施し，より高密度で観測された気温データを用いて透水面分布の空間的な連なりと気温との関連性について検証を試みた．

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．京都市は三方を山に囲まれ，京都盆地と山科盆地に都市部が形成されているとともに，京都市は盆地に古くから都市が形成されており，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緑地が存在するとともに，桂川と鴨川，宇治川が都市中心部を縫うように流れ，大規模な透水面や水面が存在している．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．

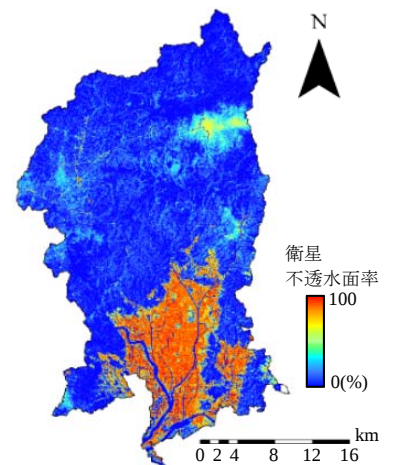


図-1 衛星不透水面率の分布状況

3. 京都市を対象とした透水面分布の空間的な連なりの抽出

(1) 不透水面率の推定：Landsat-8 OLI データを混合スペクトル分析を基にした不透水面率推定法に適用し，1 画素内の不透水面の占有率を衛星不透水面率と定義・算出した．図-1 に衛星不透水面率の分布状況を示す．衛星不透水面率の推定精度を検証するため，京都市伏見区を含む地域（3km×3km）を検証領域と選定し，IKONOS データ（空間分解能 1m×1m）を目視判読することで作成した検証用不透水面率と衛星不透水面率との RMS 誤差（Root Mean Square Error）を算出した．RMS 誤差は 13.3%であった．目視判読には 10%程度の誤差が含まれることを考慮すると，本研究で得られた衛星不透水面率は妥当な精度を有しているといえる．

(2) 透水面分布の空間的な連なりの抽出：衛星不透水面率に距離パラメータ d を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「正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正の SSC (Spatial Scale of Clumping) を作成した³⁾．図-2 に対象領域内の正の SSC を示す．正の 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，透水面の少ない領域の近傍に迫るように分布する箇所である．そこで，正の SSC の最上層から最下層まで連なる透水面分布を透水面軸として抽出した²⁾．図-2 に透水面軸の抽

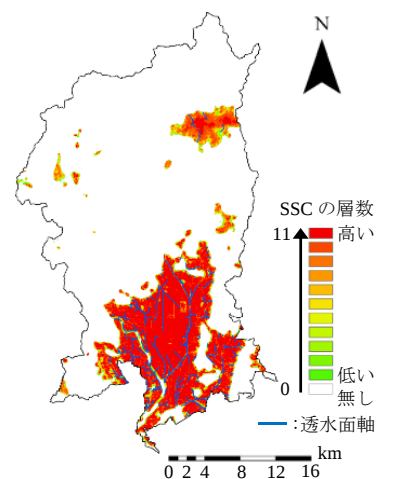


図-2 正の SSC と透水面軸

出結果を示す。得られた透水面軸の周辺では、透水面が空間的に連なることによって透水面の割合が高くなることを統計的に確認した。

4. データロガー付温湿度計を用いた現地計測の実施：都市部における気温の分布状況を把握するため、データロガー付温湿度計 (TR-72wf ((株) ティアンドデイ)) を用いた現地計測を実施した。対象領域内の都市部 (約 15km×約 20km) に位置する小学校を対象として、事前に百葉箱の天空状態や周囲の観測環境などを現地調査し、周辺の地表面被覆の状態や建物、樹木、地形などの測定装置に対する障害物、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 17 校を選定した。現地計測は 2014 年 7 月 29 日から 2014 年 10 月 10 日にかけて実施し、温度と湿度を 15 分間隔で観測した。選定した観測地点と AMeDAS、大気汚染常時監視測定局の立地状況および透水面軸の分布図を図-3 に示す。8 月の夜間 (午前 5 時) における都市中心部の一部の観測地点では、気温が 27℃ 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地点での同時刻の気温は 24℃ 程度であった。山地から近い観測地点では、都市中心部の観測地点と比較すると、夜間気温が 2～3℃ 程度低い値を示す傾向にあることが確認できた。8 月の日中 (午後 3 時) では、夜間と同様に山地から近い観測地点で都市中心部より 1～2℃ 程度低い値を示した。結果として、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できていることがわかった。

5. 気象観測データを用いた透水面軸の検証：現地計測から得られた結果と AMeDAS データ、大気汚染常時監視測定局の一般測定局データを用いて、風の穏やかな夜間における透水面軸が有する周辺地域への冷却効果の把握を試みた。検証の概念図を図-4 に示す。具体的には、透水面軸から調査範囲を 45m～345m まで 30m 間隔で変化させ、各調査範囲内に含まれる観測局と最大距離パラメータ d_{max} から $2d_{max}$ までに含まれる観測局との気温の平均値の差を検定統計量を用いて比較した。検証結果を図-5 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側に振れると、透水面軸近傍での気温が低いことを示す。図-5 では、調査範囲の全体を通じて検定統計量の値が正側に振れており、透水面軸の近傍において周辺地域への冷却効果を示唆する結果が得られた。その一方で 105m 以下の調査範囲では、検定統計量の値が有意水準 10% を下回る結果を示すなど、調査範囲を狭めるにつれて検定統計量が増加するといった傾向は見られなかった。対象領域内の地形や土地被覆状態との関連性を加味すると、観測された気象データには観測条件による種々の影響が現れている可能性が考えられる。

6. まとめ：衛星データに混合スペクトル分析の考えを基にした不透水面率推定法を適用し、衛星不透水面率を推定するとともに、推定結果に空間的自己相関分析を応用した空間分析手法を適用することで、透水面分布の空間的な連なりを抽出した。さらに、データロガー付温湿度計を用いて、ヒートアイランド現象の実態を高密度で観測するとともに、観測結果を用いて透水面分布の空間的な連なりと気温との関連性を明らかにした。

【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

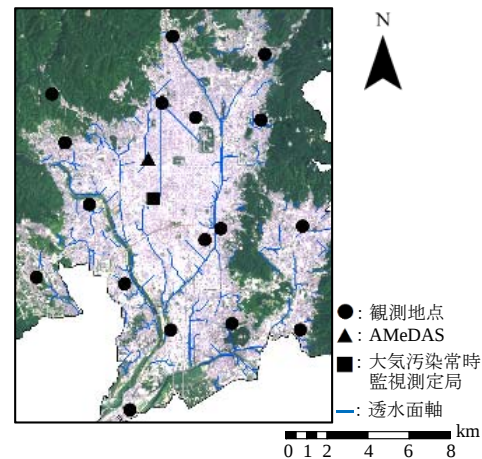
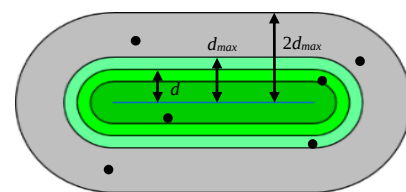


図-3 各観測局と透水面軸



●：観測地点 —：透水面軸
■～□：各調査範囲
■：比較範囲

図-4 検証の概念図

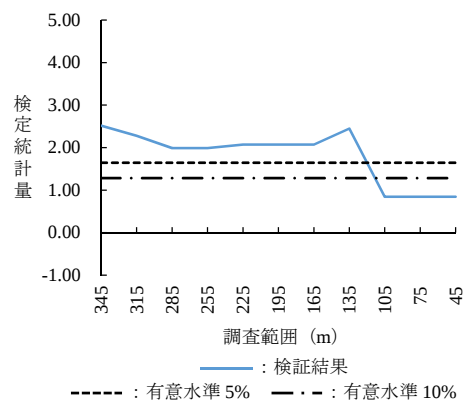


図-5 透水面軸と気温との検証