

### 透水面分布の広域分析における水域の影響について

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
摂南大学	学生員	○岩田 健太郎

**1. はじめに：** ヒートアイランド現象の緩和策として、緑地などの透水面の活用が期待されている。透水面には蒸発散機能や放射冷却の効果があり、周辺市街地よりも気温が低く保たれる傾向にある。個々の透水面が空間的に連なることによって、周辺市街地の気温を低減させる効果が高まるともいわれている<sup>1)</sup>。我々は、地球観測衛星データ（以降：衛星データ）から算出された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、透水面分布が空間的に連なる箇所を抽出した。気象観測データを用いた検証では、空間的な連なりを抽出した透水面軸周辺において気温の低減効果を示唆する結果を得ている<sup>2)</sup>。これまでの検討では、河川などの水域から発生する冷気が周辺市街地へ流出し、気温を低下させることを想定し、水域を透水面として分類してきた。その一方で、夜間における一定の深さのある水域では、日中の日射による貯熱などの影響で、表面温度が高くなり、夜間気温の低下を抑制するとの報告もある<sup>3)</sup>。そこで本研究では、衛星データから得られた衛星不透水面率を推定するとともに、水域を透水面と設定した場合と不透水面と設定した場合について推定結果を空間分析手法へ適用し、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都市部の小学校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、2種類の透水面分布の空間的な連なりの違いを夜間気温との比較を通じて検証した。

**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×50km）とした。京都市は三方を山に囲まれた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。対象データには、京都市を含む約185km四方を1シーンとして同時に観測されたLandsat-8 OLIデータ（空間分解能：30m×30m、2013年7月20日観測）を採用した。

#### 3. 衛星データを用いた透水面分布の空間的な連なりの抽出

(1) **衛星不透水面率の精度について：** Landsat-8 OLIデータを用いて、1画素内に不透水面の占める割合を衛星不透水面率と定義・算出した。図-1に水域を透水面と設定した場合での衛星不透水面率の分布状況を示す。算出された衛星不透水面率の推定精度については、検証領域（3km×3km）を選定し、その領域の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）で検証した。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と指摘もあり、得られた衛星不透水面率は妥当な精度を有していると判断した。

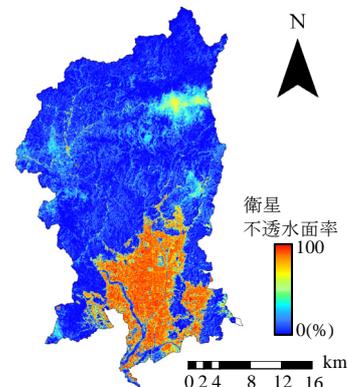


図-1 衛星不透水面率の分布状況

(2) **正のSSCを用いた透水面軸の抽出：** 衛星不透水面率に空間的自己相関分析を適用し、正のSSC（Spatial Scale of Clumping）を作成した<sup>4)</sup>。図-2に水域を透水面と設定した場合での正の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箇所が、透水面の少ない領域の近傍に迫るよう分布している。そこで、正のSSCの最上層から最下層まで連なる谷線を透水面軸として図-2のように抽出した<sup>2)</sup>。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で、透水面の割合が高くなることを統計的に確認している。

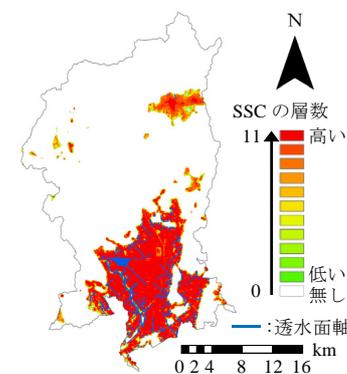


図-2 正のSSCと透水面軸

#### 4. 現地計測による気温の分布状況の把握：都市部における気温の分布状況の

キーワード 現地計測 夜間気温 空間的自己相関分析 不透水面

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8 TEL/FAX：072-839-9122 E-mail:kumagai@civ.setsunan.ac.jp

把握には、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採用した。現地計測を実施するにあたり、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測定装置に対する障害物、測定装置の計測に影響を与える人工排熱発生源などを確認した上で、対象領域内の都市部 (約15km×20km) に位置する小学校からデータロガー付温湿度計を設置する17校を選定した。2014年7月29日から2014年10月10日にかけての現地計測では、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 (Automated Meteorological Data Acquisition System)、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は図-3のとおりである。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、27°Cを超える気温を示した。一方で、同時刻での山地から比較的近い距離に位置する観測地点では、都市中心部の観測地点と比較すると、全般として気温が2°C~3°C程度低い値を示す傾向にあった。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°C~2°C程度低い値を示した。

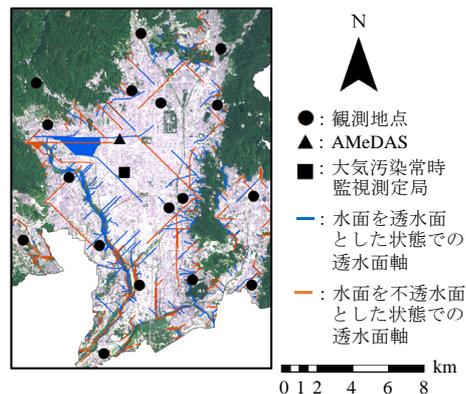


図-3 各観測局と透水面軸

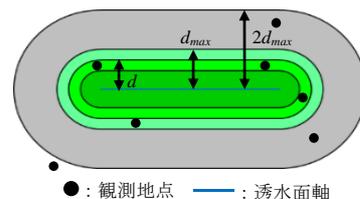


図-4 検証の概念図

**5. 透水面軸が有する冷却効果の比較**：現地計測から得られた気温データと 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2種類の透水面軸が有する周辺地域への冷却効果の比較を試みた。図-4のように透水面軸から各距離パラメータ  $d$  までの調査範囲に位置する観測局と最大距離パラメータ  $d_{max}$  から  $2d_{max}$  までの比較範囲に位置す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。図-5に検証結果を示す。水域を不透水面と設定した場合での結果は、調査範囲の全体を通じて検定統計量が正側に振れ、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、距離パラメータ  $d$  が255m以内の近傍地域では、有意水準5%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。水域を透水面と設定した場合には、調査範囲の全体を通じて検定統計量が負側に有意な結果を示しており、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なかった。以上より、夜間において水域を不透水面とみなした場合、気温の低減効果に寄与するような領域が、透水面軸として抽出されている可能性が示唆された。

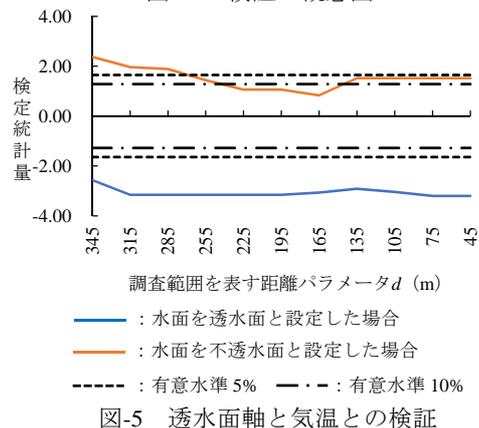


図-5 透水面軸と気温との検証

**6. まとめ**：我々が開発した空間分析手法に、衛星データから算出した衛星不透水面率を適用した上で、データロガー付温湿度計を用いた現地計測の結果より、水域の扱いによって得られた2種類の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。その結果、水域を不透水面と設定した場合の透水面軸周辺では、気温の低減効果がより明確に現れる領域が抽出される傾向にあることが確認できた。

**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) 菅原広史, 成田健一: 都市内河川による暑熱環境の緩和効果, 水文・水資源学会誌, Vol.25, No.6, pp.351-361, 2012年  
 4) 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