

C1 保水性舗装の水分吸収特性とヒートアイランド緩和効果の評価

Moisture absorption properties of water retaining pavement and its effect on urban heat island mitigation

共生環境評価領域

08E12024 倉橋知里 (Chisato KURAHASHI)

Abstract: Water retentive pavement (WRP) is known as a countermeasure to mitigate urban heat island through the evaporation of water from the surface. Objective of this study is to investigate the moisture absorption characteristics of WRP during rainfall events and to estimate the effect of WRP on mitigation of increase in the surface temperature after the rainfall events. Evaporation flux was measured under 4 experimental cases: 0.5, 1.0 and 2.0 mm rainfall onto WRP within 1-hour, and saturated WRP. Evaporation occurred efficiently with lower volumetric water content in the rainfall cases compared to the saturation case, indicating that rain water absorbed by WRP dominantly distributed near the surface. Duration of the mitigation effect of WRP increased with increasing rainfall intensity, i.e., increasing water content. A one-dimensional heat and moisture transport model for WRP generally captured temporal variations of the evaporation flux and the surface temperature in the experimental cases.

Keywords: water retentive pavement, rainfall, moisture absorption, evaporation flux, surface temperature

1. はじめに

都市化の進展に伴い、ヒートアイランド現象は顕著になり、熱中症等の健康被害や都市型集中豪雨との関連も指摘され¹⁾、早急な対応が求められている。ヒートアイランド現象の原因の一つである地表面被覆の変化を改善する対策として保水性舗装がある。保水性舗装は空隙の多い舗装に保水材を充填させた構造で、降雨や散水により保水された水分が蒸発時に気化潜熱を奪うことで路面温度の上昇を抑制するという機能を有する舗装である。

既往の研究³⁾では、保水性舗装の飽和含水状態からの舗装体内部の水分・熱移動メカニズムについて考えられてきた。本研究では、保水性舗装の降雨後の水分吸収特性を明らかにすること、それによってより現実に即した条件で地表面熱収支モデルによるヒートアイランド緩和効果の評価を可能とすることを目的とした。

2. 地表面熱収支モデル

保水性舗装材内の熱・水分輸送を考える際、Kondo の多層モデル²⁾を用いた地表面熱収支モデルを使用した。多層モデルに組み込む蒸発効率は、保水性舗装と水面からの蒸発効率測定実験結果から以下の式を用いて算出した。

$$E = \rho C_E u \beta (q_{sat}(T_S) - q_a)$$

E : 蒸発フラックス [$\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$] ρ : 空気の密度 [g/m^3] C_E : バルク輸送係数

u : 風速 [m/s] q_{sat} : T_S における飽和比湿 [kg/kg] T_S : 表面温度 [$^{\circ}\text{C}$]

q_a : 大気の比湿 [kg/kg] β : 蒸発効率 [-]

3. 降雨強度に応じた蒸発効率の測定

0.5 mm/h, 1 mm/h, 2 mm/h の降雨強度での 1 時間の降雨後を想定した条件および飽和含水状態で蒸発効率の測定を行った。図 1 に蒸発効率 β と体積含水率 θ の関係について、各条件での蒸発実験結果とロジスティック曲線による近似を示す。なお、使用した保水性舗装の飽和含水率は 0.088 である。飽和含水状態から測定した場合には、含水率 0.04 程度でほとんど蒸発が起こらなくなるのに対し、降雨を想定した条件では全体の含水率が低くても蒸発フラックスは大きくなった。この結果は、降雨を想定した条件では、表層付近に水分が偏在していることを示唆している。

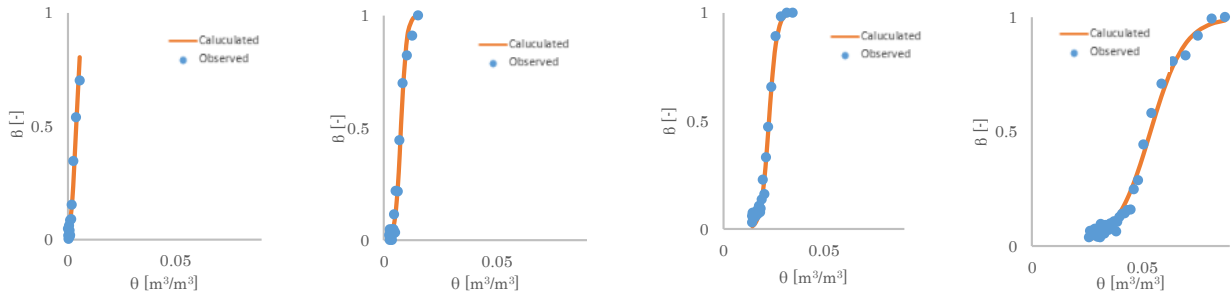


図 1 降雨強度別の蒸発効率と体積含水率の関係(左から 0.5 mm/h, 1 mm/h, 2 mm/h, 飽和)

4. 計算結果

降雨を想定した実験と 1 次元多層モデルを用いた熱収支モデルの計算結果の比較を行った。表面温度の時間変化の比較を図 2 に、蒸発フラックスの時間変化の比較を図 3 に降雨強度別に示す。

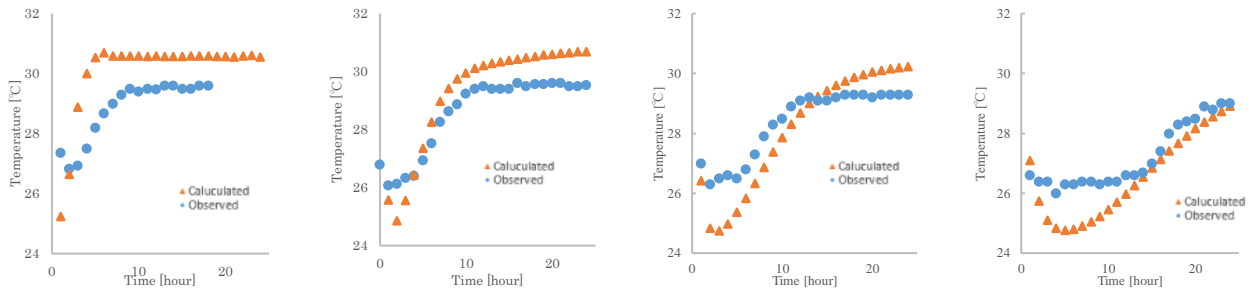


図 2 表面温度の時間変化(左から 0.5 mm/h, 1 mm/h, 2 mm/h, 飽和)

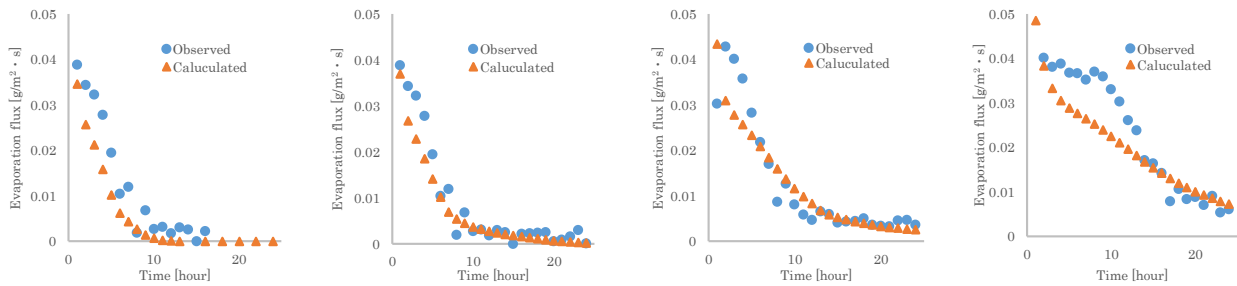


図 3 蒸発フラックスの時間変化(左から 0.5 mm/h, 1 mm/h, 2 mm/h, 飽和)

各条件における表面温度の変化から、保水性舗装からの水分蒸発による温度抑制効果の持続時間に違いがあることがわかる。降雨強度が強くなると舗装の含水率も大きくなるので保水性舗装の温度上昇抑制効果の持続時間は長くなった。表面温度および蒸発フラックスの時間変化について、ばらつきはあるものの多層モデルによって傾向を再現できている。

5. 結論

降雨を想定した蒸発実験により、保水性舗装の降雨時の吸水過程において水分は表層に偏在していることが分かった。また、降雨量に応じて温度上昇抑制効果の持続時間は長くなった。今後、この結果を踏まえ、地表面熱収支モデルを 3 次元都市街区モデルに組み込むことにより、より現実に即した条件で都市ヒートアイランド緩和策を評価することができると考えられる。

参考文献

- 1) 三上岳彦,安藤晴夫,横山仁,山口隆子,市野美夏,石井康一郎,大和広明: 東京都内における夏期の局地的大雨に関する研究,東京都市環境科学研究所年報, 33-42., 2005
- 2) Kondo J,N Saigusa: Modeling the Evaporation from Bare Soil with a Formula for Vaporization in the Soil Pores, *J.of the Meteorological Society of Japan*, Vol.72, No.3, pp.413-421,June 1994
- 3) Cortes,A.,Kondo,A.,Shimadera,H.,Hongu,S.: Numerical Evaluation of the Transport of Heat and Moisture in Water Retentive Pavement . 大気環境学会誌 第 51 卷 第 2 号 2016