

# 道路舗装に関する屋外比較実験の概要と夏季測定結果

## 各種道路舗装材が微気候形成に及ぼす影響 その1

正会員 ○ 志村 恭子\*1 非会員 三嶋 真名美\*2  
 正会員 長野 和雄\*3 非会員 高木 正則\*4  
 非会員 桐山 和也\*5 正会員 須藤 美音\*6  
 正会員 堀越 哲美\*7

都市暑熱化 保水性舗装 蒸発冷却  
 アルベド 鉛直温度分布

### 1. はじめに

道路舗装のような人工土地被覆は夜になっても冷えにくく、都市暑熱化の一因になっている<sup>1)</sup>。とくに近年は熱中症が増加傾向にあるなど<sup>2)</sup>、熱的改良が望まれる。最も一般的な道路は路盤の表層を密粒度アスファルトで覆う密粒舗装だが、雨水を浸透させる透水性舗装、遮熱加工を施した遮熱性舗装、水分を長期間貯留させる保水性舗装など、種々開発されている。これらは反射日射や蒸発冷却の特性が異なると容易に推察される。本研究は、種々の道路舗装材を敷設し、そこに形成される微気候を捉えることで、それぞれの特性を明らかにする。本報ではその実験の概要と夏季の測定結果を示す。

### 2. 方法

愛知県豊田市郊外の屋外試験場に4種の道路舗装(密粒、透水性、遮熱性、保水性)と芝生を敷設した。図1に舗装体の構成を示す。密粒舗装は現地盤の上に粒度40mmまでの再生砕石(RC-40)を15cm敷いて表層を厚さ5cmの密粒度アスファルトとしたもの、透水

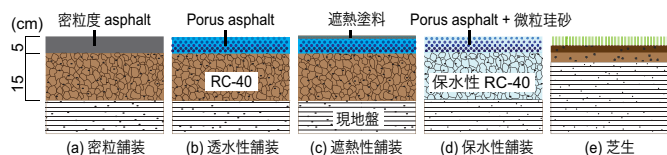


図1 舗装体の構成

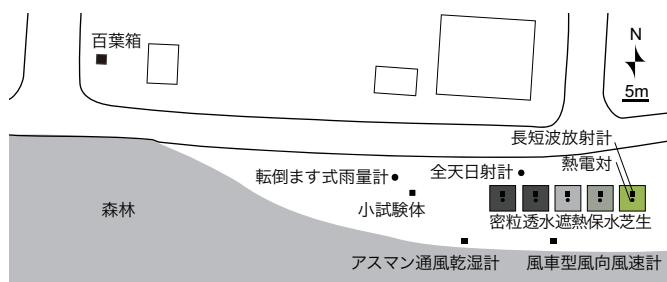


図2 舗装体および測器の配置

表1 測定項目および測器

測定項目	測定機器
温湿度	アスマン通風乾湿計 OTA 54-ES 設置高 90cm
風向風速	風車型風向風速計 OTA OT-711 設置高 120cm
全天日射量	全天日射計 EKO MS-402 直置き
雨量	転倒ます式雨量計 OTA 200mmφ 感度 0.5mm
4成分放射収支	長短波放射計 EKO MR-40,MR-50 設置高 60cm
鉛直温度分布	データロガー DATAMARK LS-3350,LS-3300PIV
	熱電対 T型 0.3mmφ -20, -12.5, -5, -2.5, 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 150 cm
	データロガー 東京測器研究所 TDS-303

性舗装は密粒舗装の表層を空隙率の高いポーラスアスファルトに置き換えたもの、遮熱性舗装は透水性舗装の表層表面に遮熱塗装を施したもの、保水性舗装(YAHAGI クールベープ®)は透水性舗装の路盤と表層の空隙に微粒珪砂を充填混合したものである。芝生は厚さ3cmの敷砂の上に植えた。各舗装体とも5m四方とし、その外周を厚さ5cmのスタイロフォームで囲い、外周との熱伝導を抑制した。実験期間は2011年7月8日~8月26日とし、各気象項目のほか、舗装体内を含む鉛直温度分布を測定した。図2に測器の配置、表1に測定項目を示す。測定間隔は、アスマン通風乾湿計による温湿度については1時間(ただし日中のみ)、風向風速・雨量は10分、その他は5分とした。

各舗装体の蒸発量を推定するため、7月14日(降雨後7日目)および8月4日(同2日目)にそれぞれ日中約30分間、舗装体表面をビニールシートと直径24cmの調理用耐熱ガラス蓋で密封し、定性ろ紙に蒸発水を吸着させ、電子天秤(最小表示1mg)で重量測定した。8月17日(降雨後1日目)には、同蓋で直接密閉し蓋内温湿度を自己記録式温湿度計(ESPEC RS-12)により約10分間測定した。蓋内の水分蒸発は一律と見なし、測定値を単位時間・単位表面積あたりの質量に変換した。透水性と保水性については別途作成した30cm四方の小試験体を同試験場内に置き、電子天秤(最小表示10g)で日中3回(7月8日は7回、10日は11回)重量測定し、その変化を蒸発による含水量変化とした。

### 3. 結果

図3に晴天で日射量が安定していた7月15日(25.9 MJ/m<sup>2</sup>・day)における0時・14時の鉛直温度分布を示す。舗装体上部気温について、高さ1cmで高い以外は各舗装体とも鉛直分布は小さい。舗装体間の気温のばらつきは、日中にやや見られるが、時刻により舗装体の高低順が異なり一貫せず、夜間は非常に小さかった。表面温度は気温より顕著に高く、その差は最小の芝生でも約3°C(0時)・16°C(14時)、最大の密粒では約10°C(0時)・30°C(14時)ある。最高温度を示す位置は8~17時頃は表面で、以降徐々に舗装体深部へ移動し、23時頃に-20cmで最も高くなった。舗装体温度は表面・内部とも一日中ほぼ一貫して密粒と透水性が同程度か密粒が

Outline of the field experiments on pavements and results in summer  
 Effects of paving materials on the microclimates part 1

SHIMURA Kyoko, MISHIMA Manami, NAGANO Kazuo, TAKAGI Masanori, KIRIYAMA Kazuya, SUDO Mine, HORIKOSHI Tetsumi

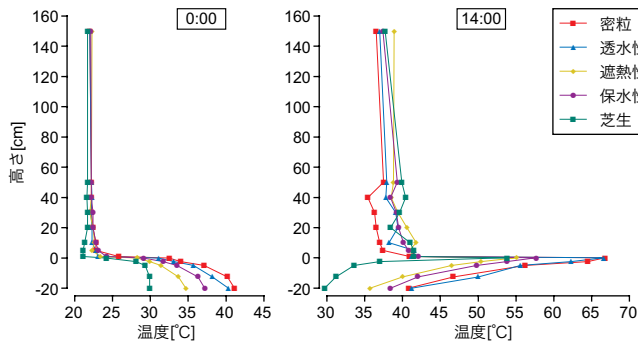


図3 7月15日における鉛直温度分布

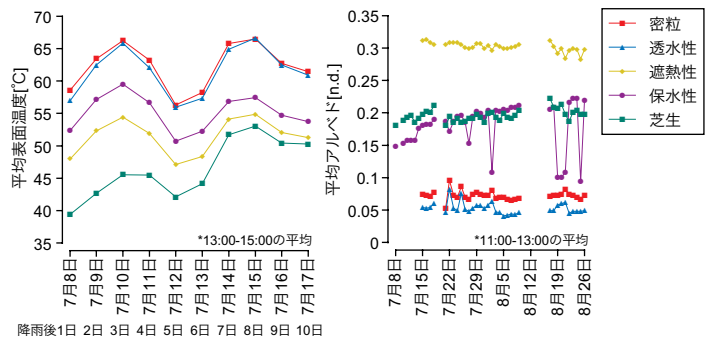


図5 平均表面温度および平均アルベドの経日変化

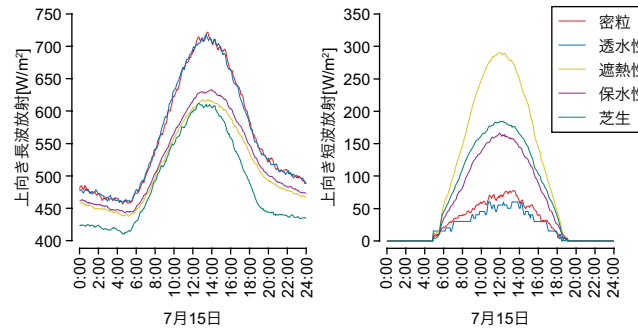


図4 7月15日における上向き長短波放射量

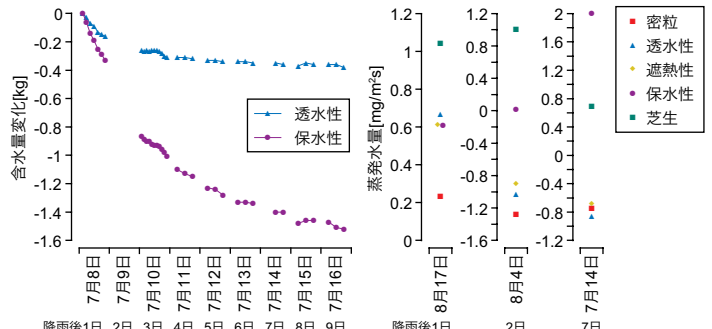


図6 含水量および蒸発水量の経日変化

高く、次いで保水性・遮熱性で、芝生が顕著に低かった。

図4に7月15日の上向き長短波放射量を前10分の移動平均で示す。上向き長波放射量は一日中ほぼ一貫して表面温度と同じ順序で推移する。上向き短波放射量は遮熱性が最も多く12時に290W/m<sup>2</sup>を示すのに対し、芝生・保水性はそれぞれ185・165W/m<sup>2</sup>であり、密粒・透水性はさらに小さくそれぞれ71・55W/m<sup>2</sup>である。

図5に降雨後に晴天が続いた7月8～17日(平均日射量23.7MJ/m<sup>2</sup>・day、7日降雨量41mm)の13～15時の平均表面温度、ならびに実験期間中の11～13時の平均アルベドの経日変化を示す。図3と同様に15日以外も表面温度の高低順は一貫しているが、芝生は密粒・透水性との差が徐々に縮まるのに対し、保水性はむしろ差が広がり遮熱性・芝生に近づく。遮熱性と密粒・透水性との差の変化は小さい。アルベドについては、上向き短波放射量と同じ順序で一貫しているが、芝生より小さかった保水性は徐々に上昇し、8月には芝生より大きい日が増える。密粒・透水性・保水性について極端に変化する日はいずれも雨天であった。

図6に小試験体の含水量を7月8日10時30分からの変化として示す。また、蓋を用いた測定に基づく蒸発水量を示す。透水性の含水量変化は8日(降雨後1日目)は0.1kgを超えるが11日(同4日目)には緩やか

になり、減少速度は0.01kg/day程度である。保水性は透水性よりも顕著に減少し、11日(同4日目)以降も0.07kg/dayで減少し続ける。蒸発水量については、ろ紙に吸着させる方法では密粒・透水性・遮熱性のろ紙重量がかえって軽くなり判然としないが、いずれの日も保水性と芝生は蒸発水量が多い。8月17日(降雨後1日目)、4日(同2日目)は芝生が保水性より多い一方、7月14日(同7日目)は保水性が芝生より多い。

#### 4. 考察

含水量変化および蒸発水量から、保水性と芝生の蒸発冷却効果が他の舗装材に比べて高いと示唆される。そのため保水性と芝生の表面温度が密粒・透水性に比べて低かったと考えられる。芝生は降雨後7日目以降には蒸発水量が減るため冷却効果が低下して表面温度が上昇するが、保水性は降雨後7日目以降も蒸発水量の低下が小さいため冷却効果も持続し、表面温度が低く維持されたと考えられる。遮熱性の表面温度は保水性よりも低い、蒸発冷却に起因するのではなく、アルベドが他に比べて顕著に大きいため、日射熱の吸収が抑えられた結果と捉えられる。

#### 引用文献

- 1) 森山正和：ヒートアイランドの対策と技術，学芸出版社，pp.29-30，2004
- 2) 星ら：日本生気象学会雑誌，47(4):175-184，2010

\*1 岐阜大学 職員  
 \*2 高砂熱学工業 (株)  
 \*3 奈良女子大学 准教授・博士 (工学)  
 \*4 ヤハギ道路 (株) 営業部クールベープ推進室  
 \*5 矢作建設工業 (株) 地震工学技術研究所  
 \*6 名古屋工業大学大学院 助教・博士 (工学)  
 \*7 名古屋工業大学大学院 教授・工博

\*1 Officer, Gifu University  
 \*2 Takasago Thermal Engineering Co., Ltd.  
 \*3 Associate Professor, Nara Women's University, Dr. Eng.  
 \*4 Yahagi Road Co., Ltd.  
 \*5 Earthquake Engineering Technology Institute, Yahagi Construction Co., Ltd.  
 \*6 Assistant Professor, Graduate School of Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.  
 \*7 Professor, Graduate School of Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.