

# アスファルト及び芝生上における暑熱環境の比較調査について

○油座 郁美、米屋 由理、原 美由紀（川崎市環境総合研究所）

アスファルトと芝生を調査対象として選定し、それぞれの被覆上における暑熱環境の比較検討を行った。その結果、アスファルト上は芝生上よりも厳しい暑熱環境となっており、地表面被覆が暑熱環境に影響を及ぼす一因であることが示唆された。また、同じ地表面被覆でも、より地表面に近い方が厳しい暑熱環境となる傾向が見られた。

## 1 はじめに

地球温暖化やヒートアイランド現象が進行すると、暑熱環境が悪化し、夏期の身体への熱ストレスが増大する。市街地における熱ストレスの要因は、気温や湿度、日射以外にも、舗装された路面や建築物等、周囲の人工物から受ける熱が挙げられる。したがって、熱ストレスを低減する適応策を考えるにあたっては、人の暑さの感じ方に関係する熱放射という視点を加えて評価する必要がある<sup>1)</sup>。

本調査では、都市部で多用されている地表面としてアスファルト、緑化部分の例として芝生を選定し、各地表面被覆が暑熱環境に及ぼす影響について、熱に係る環境要素を含めて測定・解析してきた。

今回、異なる地表面被覆で比較した場合と、異なる測定高さで比較した場合について、それぞれ解析した結果をとりまとめたため、その内容を報告する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査項目

暑熱環境について調べるため、気温、湿度、黒球温度、暑さ指数（以下、WBGT）を2～4地点で調査し、比較することとした。WBGT（Wet Bulb Globe Temperature：湿球黒球温度）とは、気温、湿度に加え、熱放射等も考慮した数値であり、環境省において熱中症予防に係る温熱指標として用いられている計算値である<sup>2)</sup>。このWBGTについては、気温、湿度、黒球温度の測定値を用いて、次の式<sup>3)</sup>に基づいて算出した。なお、自然湿球温度については、Sprungの式<sup>4)</sup>、飽和蒸気圧に関する式<sup>5)</sup>から二分法<sup>6)</sup>によって得られる計算値を用いた。

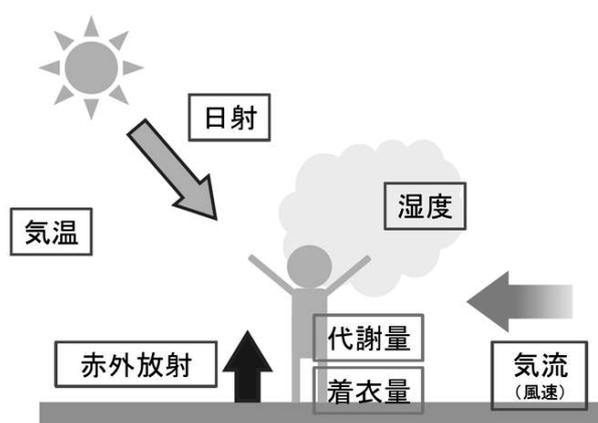


図1 体感に関わる環境要素のイメージ<sup>1)</sup>

$$WBGT = 0.7 \times T_w + 0.2 \times T_g + 0.1 \times T$$

T : 乾球温度 [°C]     $T_w$  : 自然湿球温度 [°C]     $T_g$  : 黒球温度 [°C]

また、熱放射環境の状況について併せて調べるため、地表面温度、日射量、赤外放射量を同時に測定した。

## 2.2 調査場所及び条件

測定は、当研究所敷地内のアスファルト部分と芝生地において、2015～2018年度の夏期（7～9月）の好天時に行った。測定した高さは、気象庁が気温等の観測基準としている<sup>4)</sup> 1.5m と、より地表面に近く地面からの影響を受けやすい子供の背丈を想定した高さ 0.6m の2通りを標準とし、必要に応じて 0.3m、0.9m、1.2m の測定高さを加えた。

## 3 結果

### 3.1 地表面被覆の違いによる影響

調査を通して日射反射率は、アスファルト（約 13%）よりも芝生（約 19%）の方が高い推移をしていた（表 1）。地表面温度はアスファルトの方が芝生よりも高く、赤外放射量もアスファルトの方が多くなっていた（図 2 上段右）。地表面温度及び赤外放射量の差は午後にかけて広がる傾向にあったが、原因として蓄熱性の違いによるものが考えられた（表 2、3）。赤外放射量の最大値を比較してみると、芝生は平均して  $560\text{W/m}^2$  程度であったのに対し、アスファルトでは  $620\text{W/m}^2$  程度と、調査を通して大きな差が生じていた（表 4）。このことから、日射反射率の高さに反比例する形で、アスファルトの方が芝生よりも熱を溜め込みやすい性質を持つことがわかった。その結果、気温や WBGT はアスファルトの方が芝生上よりも高くなる傾向にあった（図 2 下段、表 5 及び表 6）。

道路舗装として身近なアスファルトの地面は、芝生に比べて日射反射率が比較的低く、熱を溜め込みやすい性質があるため、地表面温度が高くなりやすく、赤外放射量が増え、その被覆上における気温等も上がりやすい傾向にあると考えられる。

### 3.2 測定高さの違いによる影響

同じ地表面被覆で測定高さが異なる 2 地点を比較してみると、アスファルトと芝生どちらにおいても、1.5m よりも 0.6m 地点の方が気温及び WBGT は高くなる傾向にあった（図 2 下段右、表 7）。WBGT に関しては、地表面被覆の違いによる差よりも、測定高さの違いによる差の方が大きかった。日射反射率や赤外放射量は大きな差が見られなかった。この傾向から、地表面被覆の状態に関わらず、大人よりも背丈の低い子供の方がより厳しい暑熱環境下にいることが示唆された。

また、測定高さの違いが WBGT に大きく影響を及ぼしたことに着目し、芝生において 0.3m 刻みで測定高さを変えたところ、より地表面に近い地点の方が高い WBGT となる傾向が見られた（図 3）。

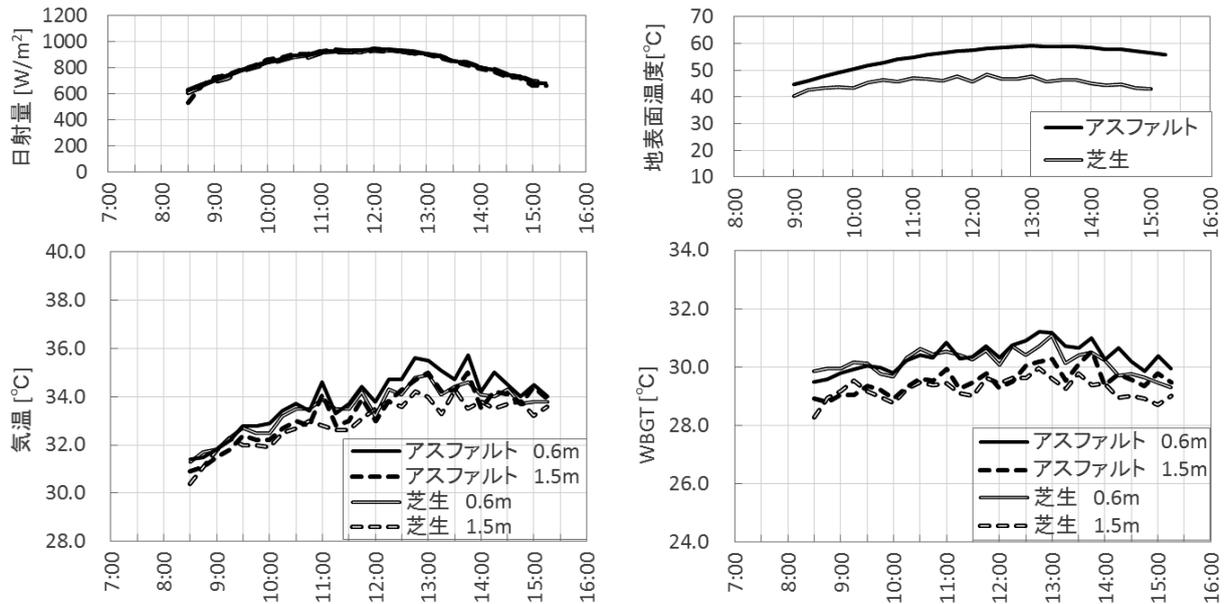


図2 測定値の推移例 (2017年7月21日)

表1 各地点の平均日射反射率

高さ	アスファルト	芝生
0.6m	10~13%	18~22%
1.5m	12~15%	17~20%
	(平均 13%)	(平均 19%)

表2 地表面被覆が異なる2地点の赤外放射量差

((アスファルト)-(芝生)) 平均

0.6m 地点 [°C]	
13:00 以前	13:00 以降
+26.1~+49.1	+35.9~+77.8

表3 異なる地表面被覆の温度差

((アスファルト)-(芝生)) 平均 [°C]

13:00 以前	13:00 以降
+4.9~+10.4	+8.5~+16.8

表4 0.6m 地点における最大赤外放射量 [W/m²]

アスファルト	芝生
590~645	547~570
(平均 620)	(平均 560)

表5 地表面被覆が異なる2地点の気温差

((アスファルト)-(芝生)) 平均

0.6m 地点 [°C]		1.5m 地点 [°C]	
13:00 以前	13:00 以降	13:00 以前	13:00 以降
0.0~+0.4	0.0~+0.7	-0.1~+0.3	+0.2~+0.6

表6 地表面被覆が異なる2地点のWBGT 差

((アスファルト)-(芝生)) 平均

0.6m 地点 [°C]		1.5m 地点 [°C]	
13:00 以前	13:00 以降	13:00 以前	13:00 以降
-0.3~+0.2	-0.2~+0.5	-0.3~+0.2	+0.1~+0.4

表7 測定高さが異なる2地点のWBGT 差

((0.6m 地点)-(1.5m 地点)) 平均

アスファルト [°C]		芝生 [°C]	
13:00 以前	13:00 以降	13:00 以前	13:00 以降
+0.3~+0.9	+0.1~+0.7	+0.3~+0.9	+0.1~+0.7

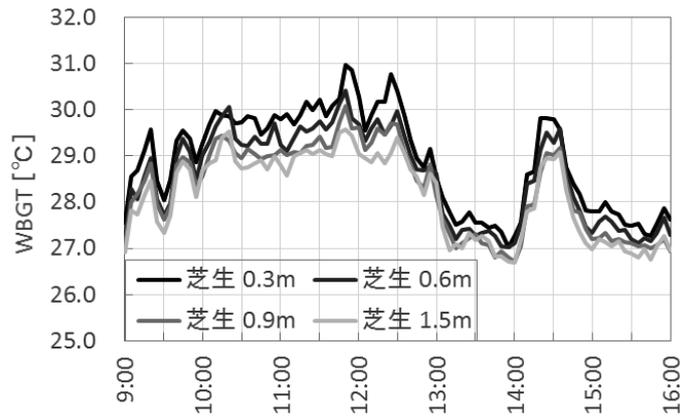


図3 異なる測定高さ毎の WBGT 推移例（2018年8月30日）

#### 4 まとめ

同じ測定高さで比較すると、アスファルトは芝生に比べて日射反射率が低く、地表面温度が高く、赤外放射量が多くなっていた。したがって、アスファルトの方が芝生よりも蓄熱性の高い地表面被覆であることが示唆された。気温、黒球温度及び WBGT は芝生よりアスファルト上の方が高くなる傾向が見られ、地表面被覆は暑熱環境に影響を及ぼす一因であることが推測された。これらの結果から、アスファルトは芝生に比べて暑熱環境を厳しくする地表面被覆であることがわかった。

また、同じ地表面被覆でも、より地表面に近い方が厳しい暑熱環境となっていることが示唆された。

#### 5 今後について

測定高さを変えての調査を芝生だけでなくアスファルト上でも実施しつつ、今回調査対象としたアスファルトと芝生以外の地表面被覆も調査することで、被覆の違いによる影響の変化を併せて検討していきたい。また、調査結果から得られた知見は熱中症予防等の啓発に活用し、情報発信していく。

#### 引用文献

- 1) 環境省(平成24年3月)ヒートアイランド対策マニュアル  
～最新状況と適応策などの対策普及に向けて～
- 2) 環境省、熱中症予防情報サイト <http://www.wbgt.env.go.jp/>
- 3) 日本工業規格(1999)人間工学-WBGT(湿球黒球温度)指数に基づく  
作業者の熱ストレスの評価-暑熱環境、JIS Z 8504
- 4) 気象庁(平成10年9月)気象観測の手引き
- 5) 気象庁(昭和34年)地上気象常用表
- 6) 高橋大輔(1996年)数値計算、岩波書店、p21～27.