

# 打ち水効果の地表面熱収支への影響に関する観測研究

CB06064 味方 祐介 指導教員 内藤 望 准教授

キーワード：熱収支，打ち水効果，潜熱輸送量，顕熱輸送量

## 1. 背景と目的

温暖化の1つの要因にヒートアイランド現象がある。地球上ではさまざまな現象に伴い熱エネルギーが流れており、その大きさ、向き、場所による違いによって気象は影響を受ける。ヒートアイランド現象などの環境問題においても、つきつめると熱エネルギーの流れが関係している。一方、ヒートアイランド現象の緩和策の一つに打ち水がある。水をまくことで蒸発潜熱の吸収により地表面を冷し、地表面から大気への顕熱輸送量を減少させることで気温上昇を抑制する効果で、これを打ち水効果と呼ぶ。本研究では、この打ち水効果の大きさを実際の観測を通じて定量的に調べることを目的とした。

## 2. 観測内容

観測機器は、温湿度計、風速計、地温センサー、アルベド計、熱流板を使用した。観測は、2009年5月26日～28日、8月5日～7日、10月21日～23日の日中に実施した。23号館屋上の養生マット面において、4m四方に継続的に水をまいた打ち水観測と自然状態での標準観測を並行して実施した。測定要素は、気温、湿度、風速、日射量、反射量、地中伝導熱流量、地表面温度で、10分間隔で自記録したデータを解析した。また、10月21日～23日の観測では、さらに気温センサーを4個追加し、水平方向における打ち水効果の及ぶ範囲を観測した。

地表面の熱収支は、熱収支式(正味放射量=顕熱輸送量+潜熱輸送量+地中伝導熱流量)で表される。このうち顕熱輸送量は次式で表されるバルク式[1]により求めた。

$$\text{顕熱輸送量} = c_p \rho C_H U (T_s - T)$$

$c_p$ : 空気の定圧比熱,  $\rho$ : 空気の密度,  $C_H$ : バルク係数,  $U$ : 風速,  $T_s$ : 地表面温度,  $T$ : 気温

バルク係数を求めるために必要な地表面粗度については、5月に実測した風速鉛直分布より、風速分布に対する粗度を求めた。気温分布に対する粗度は、風速分布に対するものと同じと仮定して計算した。地中伝導熱流量は、熱流板によって実測し、潜熱輸送量は熱収支式の残差項として求めた。

## 3. 結果と考察

気温と地表面温度の双方において打ち水による温度低下が観測できた(図1-1)(図1-2)。具体的には、5月26日～28日には気温(0.39m高)で平均0.2℃、地表面温度で平均12.2℃、8月5日～7日には気温(0.38m高)で平均0.3℃、地表面温度で平均13.0℃、10月21日～23日には気温(0.40m高)で平均0.2℃、地表面温度で平均12.4℃の温度低下がみられた。

また、熱収支計算の結果より、打ち水に伴って潜熱輸送量が増加し、その結果、顕熱輸送量が減少していることが明瞭に確認できた(図2)。

打ち水効果の鉛直分布については、地表面温度には大きな効果がみられるものの、気温については0.4m高でもかなり小さな効果でしかなかった(図3)。これは、直下の地表面からの顕熱輸送量低下よりも、4m四方の打ち水範囲の外からの水平移流の効果が大きかったということであろう。

10月の観測では、打ち水をまいた中心地点（図4の距離6.5m地点）は気温が0.3℃低下したが、そこから水をまかなかつた範囲（図4の距離が3.5m以下の部分）へ至ると、打ち水効果は完全に消えていた（図4）。これは、やはり打ち水範囲の外からの水平移流の効果が大きいことを示している。なお図4中の標準観測地点から1mでの測定結果は測定に不備があったと思われる。

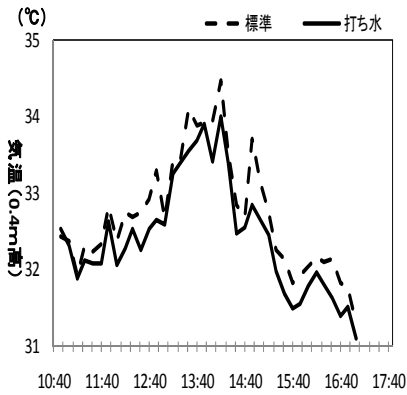


図1-1. 気温の観測結果例.  
(8月6日)

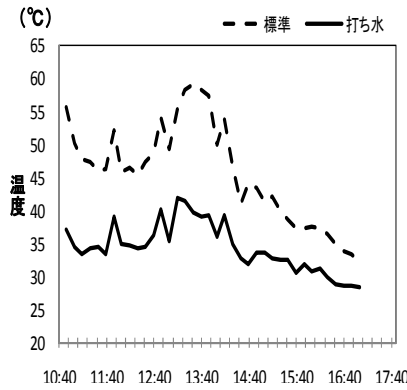


図1-2. 地表面温度の観測結果例.  
(8月6日)

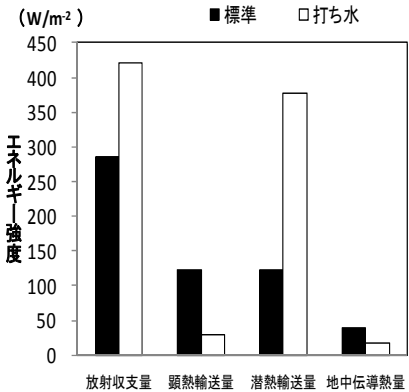


図2. 熱収支計算の結果.  
(8月の平均値)

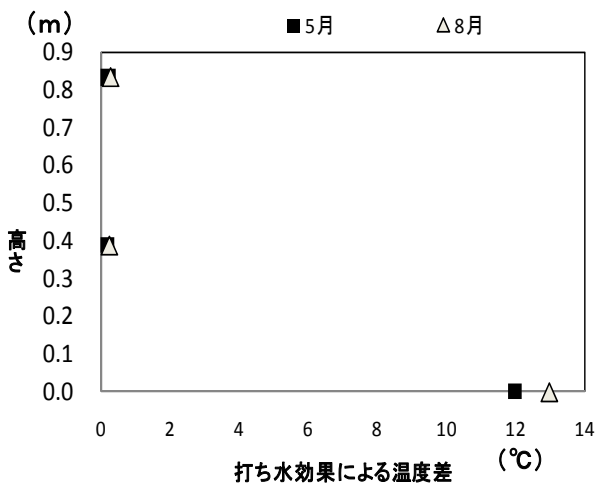


図3. 打ち水効果の鉛直分布.

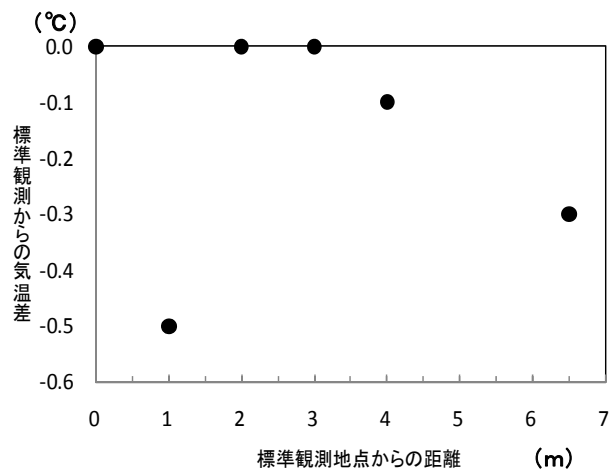


図4. 打ち水効果の水平分布.

#### 4. まとめと今後の課題

平均熱収支においては、3回の観測とも打ち水に伴う潜熱輸送量の増大と顕熱輸送量の減少が確認できた。地表面温度においては、打ち水効果による温度低下が大きかったが、気温に対する打ち水効果は予想したものよりもかなり小さかった。打ち水効果の水平分布については、打ち水した4m四方の領域の外側には全く効果を及ぼさなかった。

今後の課題としては、打ち水を施す面積を拡張し、多くの温度センサーを用いて気温鉛直分布や水平分布をさらに詳細に観測することが挙げられる。また、地表面状態によって熱収支は大きく異なるため、様々な地表面上での打ち水観測を実施することも望まれる。

#### 引用文献

[1] 近藤純正: 地表面に近い大気の科学—理解と応用—. 東京大学出版会, 324pp. (2000)