

# 人為的な地表面環境の改変による熱収支への影響に関する観測研究

## - 打ち水効果と日だまり効果 -

B205025 久米 賢彰 指導教員 内藤 望 准教授

キーワード：熱収支，打ち水効果，日だまり効果，顕熱輸送量，潜熱輸送量

### 1. 研究目的

近年，地球温暖化により各地で長期的な気温上昇が観測されている．しかし，風速や気温などを計測する気象観測値には，観測所周辺環境の変化に伴う影響も含まれる．例えば，観測所周辺の建物等の位置や大きさが変化することで観測露場の風通しが悪くなり，地表面温度，そして気温が上昇してしまう可能性がある．これを日だまり効果と呼び，気温の観測値に影響を与えているという指摘がある[1]．この日だまり効果による影響を補正しなければ，本来の正しい温暖化量を見積もれない．また，温暖化の緩和策として打ち水というものがある．水をまくことで蒸発潜熱の吸収により地表面と大気を冷却する効果があり，これを打ち水効果と呼ぶ．そこで本研究では，この二つの効果を定量的に調べるため，人為的に打ち水や風をさえぎる設定をした地表面の熱収支観測を実施して解析を試みた．

### 2. 研究方法

#### 2.1 観測内容と使用データ

広島工業大学第 11 駐輪場の砂利面において，ポリエチレンシートで囲いをつくり風をさえぎった日だまり観測，継続的に水をまいた打ち水観測，そして自然状態での標準観測を 2008 年 8 月 4 日 13:00 ~ 6 日 18:00 に可搬型熱収支観測装置(MWS)を用いて並行実施した．また，同じ地点に温湿度センサーと風速計を鉛直方向に 3 個ずつ配置する設定で，打ち水観測を 2008 年 12 月 2 日 17:00 ~ 12 月 8 日 13:00 に，日だまり観測を 12 月 8 日 14:00 ~ 12 月 15 日 13:00 に実施した．

#### 2.2 熱収支の解析方法

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，これはいかなる場合でも成り立つ．この式に基づき熱収支各要素を求める．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

ここで，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．ただし打ち水観測では，熱流板に直接水をまけないため正確な値を実測できず地表面温度と標準観測のデータから推定した．また，日だまり観測ではほぼ無風状態としたためバルク式での計算が不能となり標準観測の風速データを用いて顕熱輸送量を計算した．

### 3. 結果と考察

#### 3.1 打ち水観測

8 月の打ち水観測と標準観測の地表面温度測定結果を図 1 に示す．打ち水の蒸発に伴う冷却効果によって，最大で 11.8 の差が見られた．しかし，1.7 m 高での気温測定の結果では両観測の間にほとんど差が見られなかった．一方，熱収支解析結果(図 2)では，潜熱輸送量の増加に伴う顕熱輸送量の減少が少なからず再現できた．気温の観測結果に打ち水効果が見られなかったのは，直下の地表面からの顕熱輸送量減少より約 1.5 m 四方で打ち水をした範囲外からの水平移流の効果の方が大きかったためだと思われる．

そこで12月の観測では気温測定の高さを0.6 mまで下げ、かつ打ち水範囲も約3 m四方まで広げて観測を実施したが、8月と同様にほとんど気温差が見られなかった。この12月の熱収支解析では、図3のように冬期で正味放射量が減少したため、潜熱輸送量増加に伴って顕熱輸送量は8月の観測同様に減少しているものの、その絶対値はかなり小さいものであった。したがって、打ち水による気温への影響を実測するためには、夏期に広範囲にわたる打ち水を行い、かつ低高度で気温を測定する必要があるといえる。

### 3.2 日だまり観測

図1に、8月の日だまり観測と標準観測の地表面温度測定結果も示されている。日だまり観測の方が標準観測よりも地表面温度で最大11.5℃、気温でも最大4.6℃高くなっていた。しかし、熱収支解析では顕熱輸送量の増加が再現できなかった。これは、地表面粗度を標準状態と同じ値を使わざるを得なかったせいであろう。

そこで、12月の観測では地表面粗度も同時に評価できる設定で実施したが、残念なことに標準観測の方のデータがロガーに記録されておらず、比較検討が不能である。

## 4. まとめと課題

打ち水効果による地表面温度上昇抑制と顕熱輸送量の減少や、日だまり効果による気温、地表面温度の上昇は観測を通じて確認できたが、打ち水効果による気温への影響や日だまり効果の熱収支解析は残念ながら成功せず、定量的評価まで至らなかった。今後は、夏期に集中して、広範囲への散水と多高度での気温測定による打ち水観測と、地表面粗度を同時評価しうる日だまり観測を実施する必要がある。また、地表面状態によって熱収支環境は大きく異なるため、様々な地表面での打ち水、日だまり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)

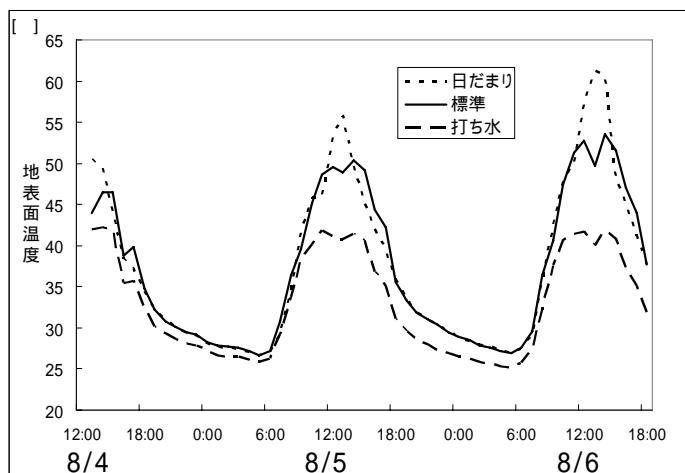


図1. 8月の地表面温度測定結果 .

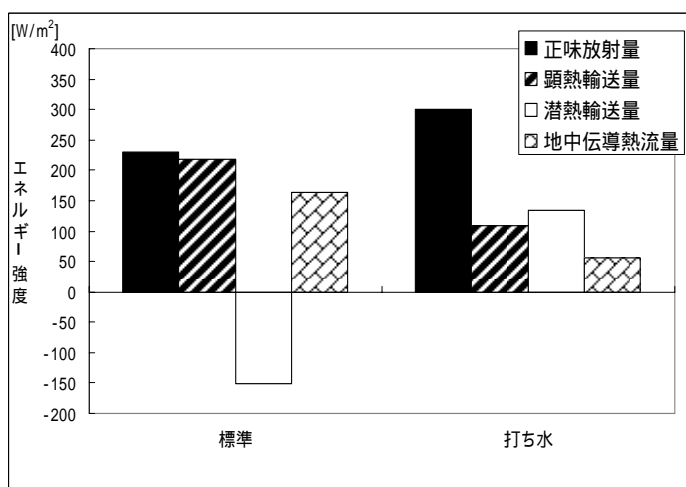


図2. 8月の日中平均熱収支(打ち水観測) .

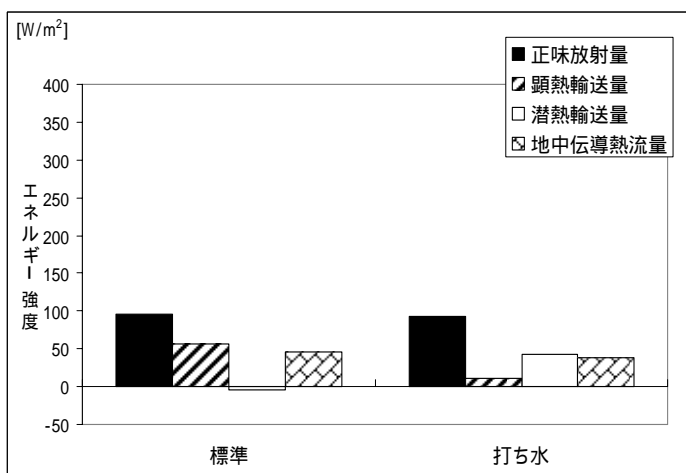


図3. 12月の日中平均熱収支(打ち水観測) .