

都市気象モデルで用いられる植生パラメータの計測

13T7-064 山岸大祐

指導教官：亀卦川幸浩

1. はじめに

近年、都市域を中心に気温が上昇し、ヒートアイランド現象による影響が大きくなってきている。その対策として、屋上緑化や壁面緑化が推進されており、関連する研究として都市緑化の効果を予測する為のシミュレーション研究も数多くなされている。しかし、都市緑化のシミュレーションを行う際に、植生の蒸散効果を物理的に表現する為の各種パラメータの設定が必要となるものの、その設定値について実測にもとづく検証が必ずしも十分になされていないといった問題点がある。

2. 先行研究

屋上緑化に関連する先行研究¹⁾では、都市気象モデル CM-BEM を用いた数値シミュレーション実験を行っている。しかし、CM-BEM から算出された蒸発散量の数値と、その実測値が合わず、モデルが植生からの蒸発散量を過大評価してしまうことが指摘されており、植生パラメータの見直しが必要ではないかとの課題が指摘されている

3. 研究目的

屋上緑化について微気象学的な視点から計測を行い、計測結果から同定された植生表現に関連するパラメータを文献値と比較することで、植生パラメータの妥当性を検証する。

4. 研究方法

本研究は東京大学、東京電力との共同研究であり、2018年8月16日から9月6日、千葉県木更津市の農場内で計測を行った。計測方法は屋上緑化の代表的な植物としてセダムと芝生、その比較対象として土壌とコンクリートの4区画を作成し、熱収支を測定した。測定された観測データを用い、植生に関連するパラメータとして各区画表面の日

射反射率と長波放射率、土壌部分の熱伝導率と熱容量、並びに顕熱輸送係数と潜熱輸送係数の6つを算出した。加えて、各計測データから各区画における熱収支と顕熱、潜熱の輸送量の解析も行った。解析に用いた熱収支式を以下に示す。

$$R_n = H + IE + G \quad (1)$$

式中、 R_n 、 H 、 IE 、 G は正味放射量、顕熱フラックス、潜熱フラックス、伝導熱フラックスを指し、すべて W/m^2 の次元を有する。 R_n 、 IE 、 G は測器を用いて計測し、(1)式の残差項として H を求めた。

5. 熱収支の解析結果

2018年8月19日と8月26日における熱収支解析の結果を図1～図3に示す。

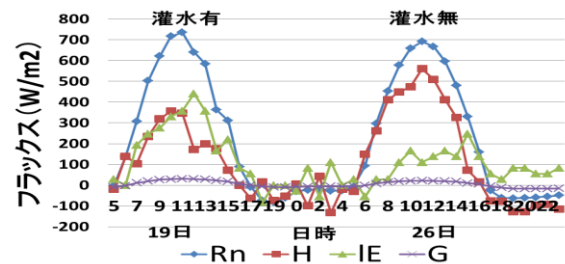


図1.土壌区画の熱収支

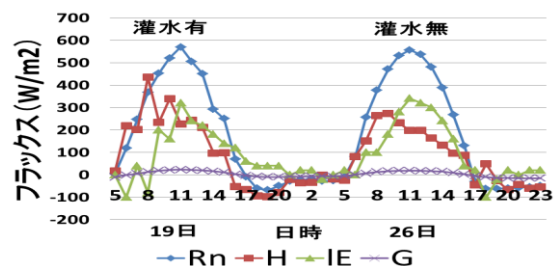


図2.芝区画の熱収支

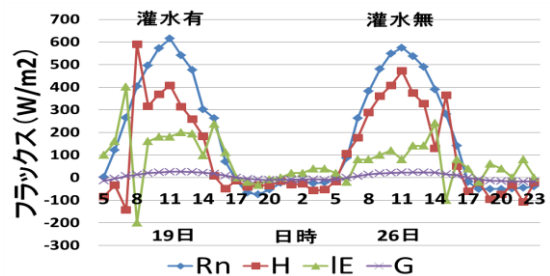


図3.セダム区画の熱収支

灌水を行い人為的に各区画が水分飽和した状態を作った 8/19 と灌水せず好天日であった 8/26 を対象に、潜熱フラックス (IE) の比較を行った。植生区画では、灌水の有無により潜熱フラックスに大きな差が出ないが、植生のない土壌区画では無灌水時の潜熱フラックスが灌水時のそれに対し大きく減少していた。これは、植物が土壌中に残っている水分を吸い上げ蒸散させる作用によると考えられた。植生の種類による違いについては、セダムは日中の蒸散量が少ないため、潜熱フラックスが芝生等の他植物より少なくなる事が指摘されているが、本研究でも同様の結果が得られた。

6. 植生パラメータの推計

観測データから前述した 6 つのパラメータを算定した。日射反射率と長波放射率は各種放射計測値、土壌部分の熱伝導率と熱容量は理論式と企業に対するヒアリングから得られた情報にもとづき算定した。更に顕熱輸送係数 (C_H) と潜熱輸送係数 (C_E) については、前章の熱収支解析で得られた H と IE に対し、(2)式と(3)式のバルク式を適用し算出した。更に C_H と C_E から植物群落コンダクタンス G_s を(4)式を用い算出した。

$$H = C_P \rho C_H U (T_s - T) \quad (2)$$

$$IE = I \rho C_E U (q_{SAT} - q) \quad (3)$$

$$G_s = \frac{C_E U C_H U}{C_H U - C_E U} \quad (4)$$

C_H, C_E : 顕熱輸送係数, 潜熱輸送係数[-]

U : 風速[m/s]

ρ : 大気密度[kg/m³]

C_P : 空気の定圧比熱[J/kg/K]

I : 水の気化潜熱[J/kg]

T_s, T : 表面温度, 気温[°C]

q_{SAT}, q : 飽和比湿, 比湿[kg/kg]

G_s : 植物群落コンダクタンス[mm/s]

植生パラメータの算出結果を表 1 に示す。

表 1. 実測値から得られた植生パラメータ

	芝	セダム	土壌
顕熱輸送係数	0.033	0.044	0.130
潜熱輸送係数	0.004	0.003	0.009
日射反射率	0.23	0.19	0.14
長波放射率	0.97	0.97	0.97
植物群落コンダクタンス[mm/s]	3.48	4.72	4.19
土壌の熱伝導率[W/m/K]			0.50
土壌の体積熱容量[x10 ⁶ J/K/m ³]			0.74

表 2. 植生パラメータの文献値²⁾ の例

日射反射率	0.15
長波放射率	0.97
植物群落コンダクタンス[mm/s]	5.00
土壌の熱伝導率[W/m/K]	1.00
土壌の体積熱容量[x10 ⁶ J/K/m ³]	1.74

以上の結果から、実測値から得た植生パラメータと文献の植生パラメータを比較してみると、土壌の熱伝導率と熱容量以外は概ね同じような値になっている。土壌の熱伝導率と体積熱容量に関しては、今回使用した土壌がビバソイルという屋上緑化によく用いられる火山レキを主体とした軽量合成土壌を使用している。そのため一般的な土壌より熱伝導率と体積熱容量が低くなり、数値に倍程度の違いが生じたものと考えられる。

7. おわりに

熱収支計測から得られた植生パラメータと文献値の植生パラメータは概ね似通った値であり、文献値の植生パラメータは都市緑化に用いられる現実の植生面を概ね表現していたものと考えられる。しかし、植生の種類による日射反射率の相違等、より詳細な表現をする際には植生の種類や土壌の種類ごとのパラメータを都市気象モデルへ与えることの必要性が確認された。

8. 参考文献

- 1) 平野勇二郎、他 2 名、土木学会論文集 B1、Vol.71、No.4、pp.I_439-I_444、2015。
- 2) Y.Kikegawa, et al., *Theoretical and Applied Climatology*, Vol.117, pp.175-193, 2014.