

芝生植栽を対象とした灌水による地表面温度の上昇抑制効果に関する解析的検証

法政大学大学院デザイン工学研究科 学生会員 ○木下 孝介
 法政大学大学院デザイン工学研究科 非会員 落合 岳士
 法政大学デザイン工学部 正会員 岡 泰道

1. はじめに

都市内ではヒートアイランド対策の一環として、さまざまな人工被覆改善が進められている。筆者ら¹⁾はこの中でも緑化施設に注目し、人工地盤上の芝生の維持管理手法について数値シミュレーションを用いて検討してきた。今後、給水制御システムへの適用を念頭に入れており、解析結果の妥当性やパラメータの設定方法を検討する必要性が課題として挙げられる。

そこで、本研究では、屋上緑化ならびに都市内緑地を対象として、考案した1次元土壌-植物-大気連続体モデルの再現性を図ることを試みた。

2. 土壌-植物-大気連続体モデルの概要

図-1は土壌-植物-大気連続体モデルである。大気モデルでは気象データを入力値として地表面モデルと合わせて放射量が決定される。地表面モデルはバルク式と並列源モデルによる熱収支が組み合わされ、土壌モデルにはRichards式と熱輸送方程式を適用している。なお、本モデルでは、任意の気象条件下での植物の要求水量と土壌水分量のバランスにより、可能蒸発散量に対して蒸散量が減少する過程を表現している。

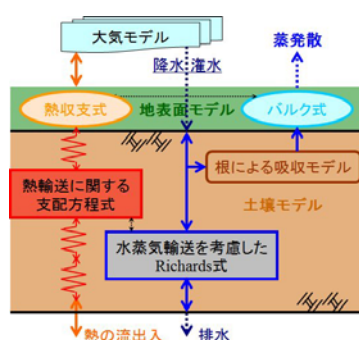


図-1 土壌-植物-大気連続体モデルの概要

3. 観測データの概要

(1) 都市内緑地における観測の実施

観測場所は都立日比谷公園(東京都千代田区)内の第二花壇である(図-2)。花壇を構成する土壌は黒ボクであり、2012年6月に芝生(ノシバ)の張り替え工事がなされ

ている。晴天に見舞われた2011年8月8日~8月17日に暑熱環境ならびに熱収支を観測した。

(2) 屋上緑化における観測データの利用

屋上緑化における暑熱環境ならびに熱収支観測データについては東京都環境科学研究所よりご提供いただいた。同研究所の建物屋上(東京都江東区)では、2003年7月下旬に厚さ80mmで有機質人工軽量土壌を充填したパレット式植栽基盤(灌水区:排水型,非灌水区:保水型)に芝生(コウライシバ)を施工している(図-3)。約1ヵ月の養生期間を経た後、地表面温度や放射収支等の諸計測がなされている²⁾。



図-2 都市内緑地



図-3 屋上緑化施設

4. 解析値の再現性の検証

(1) パラメータの設定

測定値ならびに文献値から表-1のようにパラメータを設定した。交換速度(対流熱伝達率)については三坂らと同様な方法により求め、特異値を除外した上で中央値を用いることとした。水分特性については室内ならびに現地での測定値を参考にした。

キーワード 土壌-植物-大気連続体モデル, 根による吸水過程, 熱収支観測, 灌水, 地表面温度

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33 法政大学デザイン工学部 TEL 03-5228-1443 E-mail : oka@hosei.ac.jp

(2) 観測値と解析値の比較

図-4 に日比谷公園および建物屋上における芝生に対する地表面温度の経時変化を示す(灌水区・非灌水区). なお, 表-2 は灌水スケジュールであり, 観測開始前日には降雨が認められている.

都市内緑地においては灌水の有無によらず観測値と解析値は符合する結果となった. ここでの灌水は降雨後 9 日目に行っているが, 灌水区と非灌水区の地表面温度に差異がほとんど見られない. このことから, 観測期間中は, 地中からの水分供給により蒸発散量の低下を引き起こさなかったと考えられる.

表-1 各種パラメータ

		日比谷公園 (都市内緑地)	建物屋上 (屋上緑化)
芝生	葉面積指数(-)	3	3
	アルベド(-)	0.22	0.14
	射出率(-)	0.98	0.98
	交換速度(m/s)	0.0153	0.013
	蒸発効率(-)	0.4	0.4
土壌	飽和透水係数(m/s)	2.1×10^{-6}	1.0×10^{-4}
	飽和体積含水率(-)	0.664	0.45
	残留体積含水率(-)	0.439	0.25
	van Genuchtenパラメータ	$\alpha=0.722(\text{m}^{-1})$ $n=2.24$	$\alpha=5.0(\text{m}^{-1})$ $n=1.5$
	熱伝導率($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)	0.84	0.47
	体積熱容量($\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$)	3100	3100

表-2 灌水スケジュール

都市内緑地	Aug-03																												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17																			
屋上緑化	Aug-03														Sep-03														
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

○ 7:00に10mm灌水 ● 8:00に5mm灌水 □ 降雨日

一方, 屋上緑化では高頻度な灌水により, 灌水の有無による観測値の差は最大約 5°Cに達している. なお, 観測値と解析値は保水型の非灌水区において, 日経過とともにその差が大きくなっている. 観測期間中には, 植栽基盤からの表面流出が生じていることから, 高水分領域への適用性が課題として残る形となった.

5. まとめ

根による吸水モデルに着目して, 土壌水分に応じた蒸発散量の変化を把握することによって, 灌水がもたらす地表面温度の上昇抑制効果を観測値と解析値の両面から定量的に評価した. 今回は手撒きやスプリンクラーによる灌水を対象としたが, 今後は, 貯留機能を備えたものを含めて給水機構を明確化させることで, 給水システムの合理化を図る予定である.

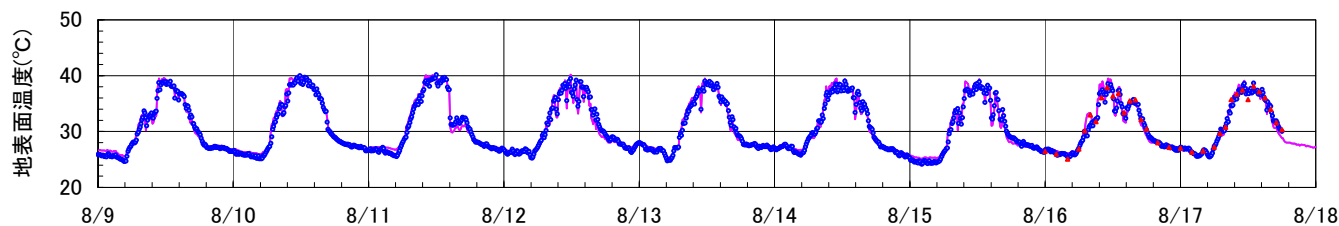
謝辞: 観測場所を提供していただいた日比谷公園サービスセンター, ならびに貴重な観測データの提供していただいた東京都環境科学研究所の横山仁副参事研究員に感謝の意を表する.

参考文献

- 1) 木下孝介・岡泰道(2011): 芝生植栽の灌水管理手法の集約化に関する水文学的検討, 水工学論文集, Vol.55, pp.S_379-S_384.
- 2) 三坂育正・石井康一郎・横山仁・山口隆子・成田健一(2005): 軽量・薄層型屋上緑化技術のヒートアイランド緩和効果の定量評価に関する研究, 日本建築学会技術報告集, No.21, pp.195-198.

都市内緑地

● 観測値(灌水区) — 解析値(灌水区) ● 観測値(非灌水区) — 解析値(非灌水区)



屋上緑化

● 観測値(灌水区) — 解析値(灌水区) ● 観測値(非灌水区) — 解析値(非灌水区)

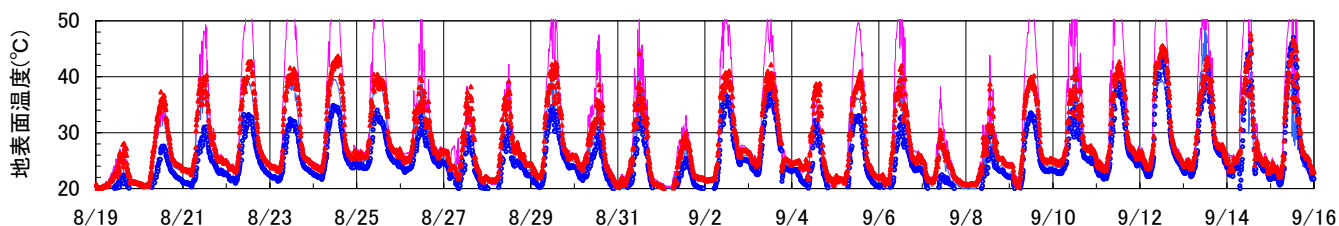


図-4 地表面温度の経時変化