

屋上緑化による熱緩和効果と土壌水分の関係

2006年3月 環境学専攻 自然環境コース 46703 井上肇
指導教官 教授渡辺達三

キーワード：屋上緑化、メキシコマンネングサ、コウライシバ、熱緩和効果、pF

I. はじめに

近年問題となっている都市のヒートアイランド現象の緩和策として、緑地の有効性が指摘され、屋上緑化による熱緩和効果に大きな期待が寄せられている。

しかし、薄層軽量屋上緑化に多用されるメキシコマンネングサの場合、CAM植物のため、蒸発散効果に多く期待できないのではないかと疑問も呈されている。山口ほか(2004)は、その熱緩和効果は、土壌水分の違いによりコウライシバと異なることを指摘している。

そこで、本研究では、メキシコマンネングサとコウライシバの薄層屋上緑化による熱緩和効果を、土壌水分の違いから定量的に考察し、その効果を明らかにすることを目的とする。

II. 研究の方法

供試植物としてメキシコマンネングサならびに、メキシコマンネングサと同様に乾燥に強く屋上緑化に多用されるコウライシバを選定し、東京大学農学部1号館屋上において実験を行った。試験区として、メキシコマンネングサ灌水区、メキシコマンネングサ放置区（灌水は行わない）、コウライシバ灌水区、土壌灌水区の4試験区を設置した。灌水区は毎日午前8時に、pF値が1.2となるように調整した。実験は8月6日から9月3日にかけて、屋上面と試験区の温度、気温、湿度、降水量、風速、日射量、蒸発散量、建物との伝導熱流量、純放射量の計測を行った。以上の結果をもとに熱収支の解析を行い、熱緩和効果と熱収支について、土壌水分との関係を明らかにした。

III. 結果と考察

表面温度では、露出したコンクリート面と比較して、いずれの緑化区においても温度上昇の抑制されることが示された。表面温度上昇の抑制効果は、灌水区において特に大きかった。灌水区では、植栽なしの土壌区において、特に大きな効果が見られたが、それは灌水による蒸発散量の増加に伴い潜熱の消費が増えたことによるものと推察される。

試験区下部の屋上コンクリート面温度でも、緑化試験区において温度上昇が抑制され、メキシコマンネングサ灌水区で特に顕著にみられた。当該区では、試験区から建物へと流出する熱量が、他の試験区よりも小さいことによる効果があったものと考察される。

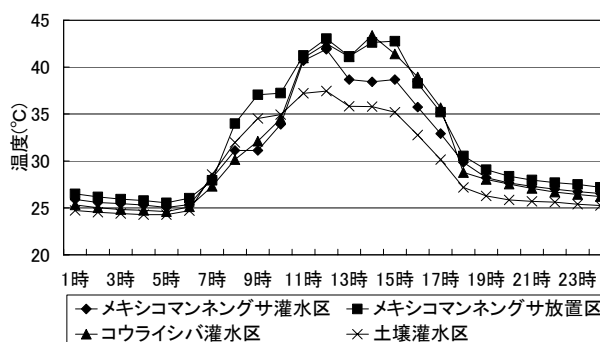


図1、8月19日の試験区表面温度

なお、表面温度と試験区下部の温度に差がみられ、特に日中気温が上昇する際、試験区下部温度が表面温度よりかなり低くなることから、緑化試験区において断熱効果があったことが推察された。当該効果はメキシコマンネングサ放置区で特に大きく、土壌区では小さかった。

次に、各試験区における熱収支についてみる。顕熱の発生は、1日の積算において土壌区、メキシコマンネングサ灌水区、コウライシバ灌水区、メキシコマンネングサ放置区の順に大きかった。

ヒートアイランド現象の緩和には顕熱の発生の抑制が求められるが、その点では土壌区で最もよい効果が得られている。植栽のある試験区では、メキシコマンネングサ灌水区において、最大の顕熱発生の抑制効果が期待される。

潜熱の消費については、1日の積算においてメキシコマンネングサ放置区、メキシコマンネングサ灌水区、コウライシバ灌水区、土壌灌水区の順に大きかった。灌水により、緑化試験区から発生する潜熱の増加が確認された。潜熱の消費が大きくなれば、周辺気温を低下させるため、潜熱消費が最大となった土壌区において最もその効果が得られるものと期待される。

表 1、各試験区の1日の積算顕熱発生量と潜熱消費量

試験区名	積算顕熱(W/m ²)	積算潜熱(W/m ²)
メキシコマンネングサ灌水区	597.2	2361.6
メキシコマンネングサ放置区	1008.8	2185.2
コウライシバ灌水区	853.8	2578.5
土壌灌水区	270.7	2934.3

以上の結果から、土壌内水分量が増加することにより熱緩和効果の大きくなることが推察される。他方、試験区土壌の水分量は、実験期間を通して有効水分内に留まることが確認され、屋上緑化植物の生育上、無灌水であっても大きな影響を及ぼさないものと考えられる。しかし、薄層屋上緑化による熱緩和効果を期待する場合には、適度な灌水が望ましいものと考えられる。

IV. まとめ

薄層屋上緑化による建物面の温度上昇は、メキシコマンネングサ灌水区において最大に抑制された。灌水を行うことにより顕熱の発生が抑えられるとともに、潜熱消費の増大することが明らかとなり、建物周辺気温の低下の効果が期待される。当該効果は、土壌区で最大であった。建物に伝わる熱では、メキシコマンネングサ灌水区において最大に抑制されていることが判明した。

緑化での土壌水分では、自然乾燥状態でも有効水分内にとどまることが示され、植物の生育上において大きな支障はないものと考えられる。しかし、熱緩和では灌水による効果の増大することが明らかになり、灌水の有効性が示された。

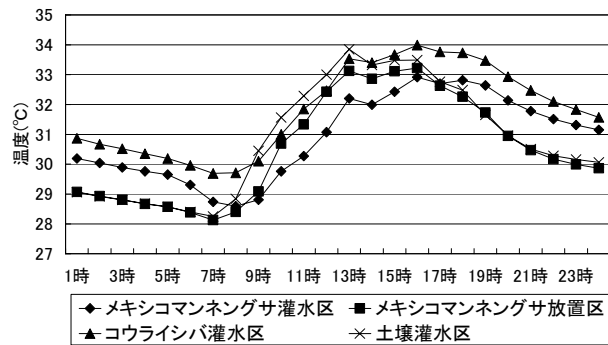


図 2、8月19日の試験区下部温度

他方、日中、試験区から建物へ伝わる伝導熱流量は、メキシコマンネングサ灌水区で最小の値を示し、建物へ伝わる熱量の抑制効果が期待される。

Relationship between Heat Mitigation Efficiency and Soil Water Content in Rooftop Greening

Mar. 2006, Institute of Environmental Studies, Course of Natural Environmental Studies, 46703, Hajime INOUE
Supervisor; Professor, Satomi WATANABE

Keywords; Rooftop greening, *Sedum mexicanum*, *Zoysia matrella*, Heat mitigation efficiency, pF

I. Introduction

The heat mitigation efficiency of the rooftop greening is greatly expected to ease the urban heat island. However, as *Sedum mexicanum* is the CAM plant, the doubt is presented that it is likely to be unable to expect a lot in the effect of the evaporation. Yamaguchi (2004) reported that the heat mitigation efficiency of *Sedum mexicanum* is different from that of *Zoysia matrella* in the difference of the soil moisture.

Therefore, the purpose of this study is to make clear the heat mitigation efficiency of *Sedum mexicanum* and *Zoysia matrella* from comparing quantitatively by soil moisture difference.

II. Methods

The experiment was performed in the rooftop of the first building of Department of Agriculture at Tokyo University. The units of the *Sedum mexicanum* watering, the *Sedum mexicanum* leaving (without watering), the *Zoysia matrella* watering, and the soil watering were set up. Watering has been adjusted for the pF value to become 1.2 at eight o'clock every day. The experiment was performed on August 6th - September 3rd, the temperature, meteorological conditions, the evaporation, heat flux for the building, and net radiation were measured. It was made clear the relation with the soil moisture about the heat mitigation efficiency and the heat flux balance.

III. Results and discussion

As for the surface temperature, it was shown that the rise in temperature was controlled on each rooftop greening compared with the exposed concrete side. The effect was especially large in the units of watering. Among them, especially big effect was seen in the soil watering, this is because the latent heat increasing as the amount of the evaporation increases by watering.

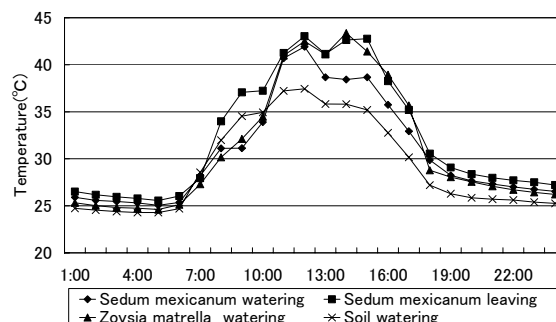


Fig.1 the surface temperature on August 19

As for the temperature under the examination units, it was shown that the rise in temperature was controlled in the examination units. The effect was especially large in the Sedum mexicanum watering. It is considered that it was effective that the heat flux to the building is smaller than other examination units in the Sedum mexicanum watering.

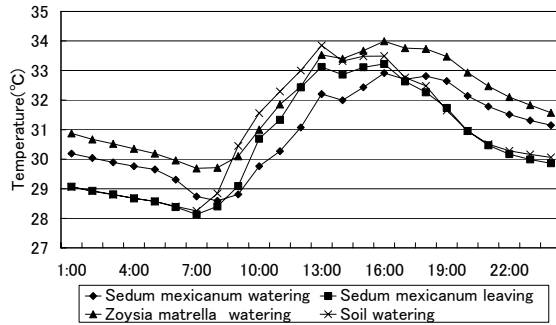


Fig.2 the temperature under districts on August 19

Moreover, the difference was seen at the surface temperature from the temperature under the examination units, it was guessed that there was an insulating effect in the greening examination unit. The effect was especially large in the Sedum mexicanum leaving, and was small in the soil watering.

The sensible heat grew in order of the soil watering, the Sedum mexicanum watering, the Zoysia matrella watering, and the Sedum mexicanum leaving. The best effect in the soil watering was achieved.

Table.1 sensible heat and latent heat on August 19

Name of unit	Sensible heat (W/m ²)	Latent heat(W/m ²)
Sedum mexicanum watering	597.2	2361.6
Sedum mexicanum leaving	1008.8	2185.2
Zoysia matrella watering	853.8	2578.5
Soil watering	270.7	2934.3

The latent heat grew in order of the Sedum mexicanum leaving, the Sedum mexicanum watering, the Zoysia matrella watering, and the soil watering. An

increase in the latent heat by watering was confirmed. The best effect is expected in the soil watering. The controlling effect of the heat flux to the building is expected most in the Sedum mexicanum watering.

From the result, it is guessed that the heat mitigation efficiency grows more by the soil water content increasing. On the other hand, it is confirmed that the amount of moisture of the examination district soil stays in effective moisture during the experiment. However, when the heat mitigation efficiency of the rooftop greening is expected, it is moderate water is preferable.

IV. Summary

The rise in temperature on the building was most controlled in the Sedum mexicanum watering. It became clear that the sensible heat is suppressed and the latent heat increase by watering, and the effect of the decrease in the temperature around the building is expected. The effect was the maximum in the soil watering. It was turned out that the heat flux to the building is controlled most in the Sedum mexicanum watering. It was make clear that the watering increased the heat mitigation efficiency, and the effectiveness of watering was shown.