

屋上緑化による外気温の断熱効果

長崎大学工学部 学 ○山川智子、楠本茂人
長崎大学環境科学部 正 武政剛弘

1. はじめに

近年、都市部ではコンクリートやアスファルトが増加し、蓄熱量が増加した。このため郊外に比べ気温が上昇する『ヒートアイランド現象』が発生し、住環境が著しく悪化している。そのようななかで、『ヒートアイランド現象』の緩和対応策の一つでもある植生の熱環境調整効果を利用した『都市緑化』に関心が集まり注目されている。

日本で緑化と言えば一般的には『街路樹』と短絡的に考えがちである。しかし、街路樹は維持管理面や、隣接構造物への干渉、経済面、景観面などにおいてさまざまな欠点を持っている。そこで、最近話題になってきているのが壁面緑化や屋上緑化といった空間を有効利用する緑化方法である。

緑化は住民に潤い、やすらぎを与えると同時に、気温緩和効果による空調などのエネルギー消費の抑制や、CO₂や他の大気汚染物質の吸収に有効であるといわれている。

本研究では、実際に屋上緑化の行われている一般住宅で、地温観測を行い屋上緑化による断熱効果の検討を行っている。

2. 調査方法

長崎市の南西部に位置する神の島地区において、3階建て一般コンクリート住宅の屋上施工した芝生による緑化工法現場で、地温環境の観測を行った。今回報告する観測期間は平成11年3月3日から平成11年10月6日である。観測項目は、図-1で示すように気温、コンクリート表面に厚さ7cmの土壌を置き、その表面を芝生で植栽した状態の土壌内及びコンクリート表面(以下、緑化コンクリートと称す。)、すのこで被覆したコンクリート(以下、すのこ被覆コンクリートと称す。)及び剥き出しコンクリート表面それぞれの温度変化ある。温度はデータロガーを用い30分間隔で集録した。

3. 観測結果と考察

図-2は、1999年7月21日の晴天日における緑化コンクリート表面、すのこ被覆コンクリート表面、剥き出しコンクリート表面の温度変化である。昼間、剥き出しコンクリート表面は外気温に比べ20℃近くも高くなっている。それに比べ緑化コンクリート表面温度は外気温よりも低くなっており、激しい変化は見られずほぼ一定の値を示している。これは、土の温度減衰効果による影響である。また、気温の低い夜間は剥き出しコンクリート表面の温度は昼間に比べ著しく変化しているのに対し、緑化コンクリートの表面温度は、昼間とあまり変わらず、大きな変化は見られない。

4. 考察

計算を単純化するために、夏季の室内温度は27℃に保たれていると仮定する。屋上のコンクリートから

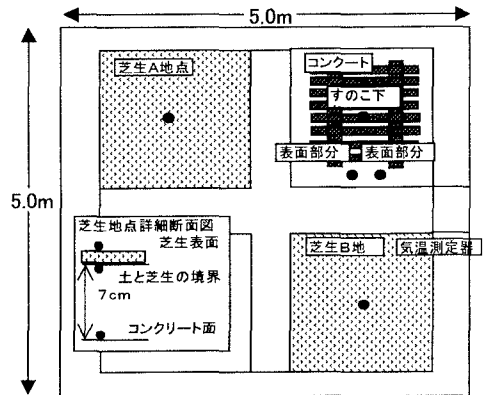


図-1 観測機器設置概略図

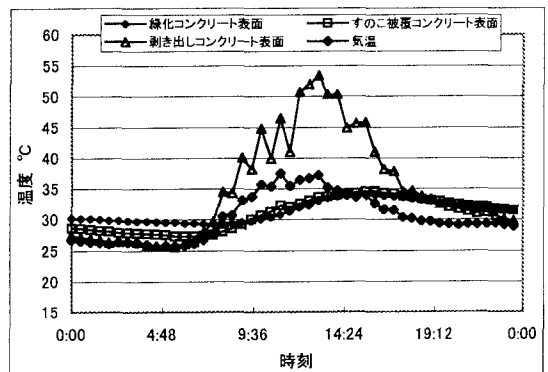


図-2 緑化コンクリート、すのこ被覆コンクリート、剥き出しコンクリート各表面の温度変化

室内への熱伝導量を試算することにより、屋上部の芝生植栽によってどのくらい空調機の使用量を減らすことができるのかを考察する。熱伝導量は(1)式を用いて計算する。

$$Q = -ks \frac{\theta_2 - \theta_1}{\delta} t \quad (1)$$

Q: 熱伝導量 (kcal/h)

k: コンクリートの熱伝導率

$$k = 1.1 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}^{1)}$$

s: 単位面積 $s = 1\text{m}^2$

δ : コンクリートの厚さ $\delta = 0.20\text{m}$

θ_1 : コンクリート表面温度 ($^\circ\text{C}$)

θ_2 : 室内温度 $\theta_2 = 27^\circ\text{C}$ (一定) とする。

図-3に(1)式から算出される夏季の3日間の熱伝達量の変化を示す。表-1は3日間各日屋上単位面積あたり室内に伝達される1日の算出熱量である。

今仮に、室内の広さを10畳(16.5 m^2)の部屋として、この部屋を快適な環境空間(室内温度27 $^\circ\text{C}$)にするための空調機の使用量を計算する。

この部屋に消費電力2000Wの空調機(100V)があるとして、空調機の使用量を計算する。

$$\begin{aligned} 2000\text{W} &= 2000\text{J/sec} = 1/4.186 \times 2000 \times 3600 \text{ (cal/h)} \\ &= 1720019.1 \text{ (cal/h)} \\ &= 1720 \text{ (kcal/h)} \end{aligned}$$

空調機を用いてこの部屋の温度を常に27 $^\circ\text{C}$ に保つための使用時間量を表-2に示す。表-2に示す時間帯に空調機をフルに使用しなければ、快適な室内温度は保つことができない。同表によれば、屋上緑化による部屋では空調機使用時間が剥き出しコンクリートの部屋に比べ約半分の時間となっている。芝生植栽を用いることにより約50%の節電が可能になる。

省エネ効果を金額換算してみる。電気料金は使用量によって単価が違ってくるが、家庭の月別電気料金の平均単価を次の式から計算する。

$$\text{月別電気料金平均単価 (円)} = \text{月別電気料金 (円)} \div \text{使用量 (kWh)}$$

4人家族で、1ヶ月に平均31kWhを使用した場合平均単価は1kWh当たり約24円である。表-3に空調機による電気使用料金を示す。屋上緑化した場合1日平均¥243節約できる。空調機使用期間を90日(3ヶ月)として節約料金を計算すると、¥243×90=¥21,870、月平均¥7,290も節約できる計算になる。

5. まとめ

今回の報告は屋上緑化による夏季の外気温断熱効果を単純モデルにて試算したものである。その結果、屋上緑化の断熱効果は非常に良いと判断された。今後は、日射量、芝生の蒸発散熱、土壌内の保水力等の測定を行うことで、屋上緑化の有効性をより定量的に評価する所存である。

参考文献

¹⁾ C.P.KOTHANDARAMAN and S.SUBRAMANYAN: HEAT AND MASS TRANSFER DATA BOOK, JOHN WILEY&SONS, pp9, 1977.

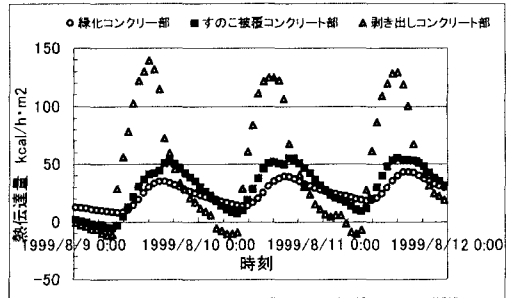


図-3 単位面積あたりの熱伝達量の変化

表-1 熱伝達量収支

日付	熱伝達量(kcal/m²)	
	緑化コンクリート	剥き出しコンクリート
1999/8/9	473.6	1124.8
1999/8/10	605.6	1105.2
1999/8/11	696.9	1128.9

表-2 空調機使用時間量

日付	空調機使用時間量(h)	
	緑化コンクリート	剥き出しコンクリート
1999/8/9	4.5	10.8
1999/8/10	5.8	10.6
1999/8/11	6.7	10.8

表-3 空調機による電気使用料金

日付	空調機使用による電気料金(円)	
	緑化コンクリート	剥き出しコンクリート
1999/8/9	218	518
1999/8/10	279	509
1999/8/11	321	520