

## 住宅団地における屋外熱環境の実測

～環境共生型団地を目指して～

953354 橋本 和彦 953440 谷口 雅彦

指導教員 成田 健一

**1・はじめに** 住宅団地は、私たちの住居として代表的な生活空間である。従って住宅団地における屋外熱環境の実態を知ることは、環境共生型団地を目指す上で必要不可欠な課題である。そこで人が生活している団地を対象にし、実際の屋外熱環境をどこまで把握できるかを主眼として実測を計画した。

**2・測定概要** 測定点の位置を図1に示す。測定場所は、東京都北区・赤羽台団地で対象エリアは、13・14号棟(L×D×H=10×100×15m)の棟間とし、上空の気象条件は、そこから約130m南西に位置する21号棟(高さ約21m)の屋上で測定した。測定期間は、1998年8月11日の12時から8月13日の14時までである。

**3・解析方法** 熱収支は草地面での解析を行なった。放射収支は測定値をもとに算出した表面温度と実測値との比較からその信頼性を判断した。蒸発効率は土壌サンプルと水体の秤量結果を用い、顕熱フラックスは超音波風速計の測定値から渦相関法により算出した。

**4・測定結果と考察** 図2に棟間の草地面における放射量の変化を示す。夏の日射量は晴天日の南中時で約900[W/m<sup>2</sup>]であり、日射量(Q↓)の変化から12日は曇り、また13日は午前中晴れていたが正午過ぎ頃から天候が崩れたことが分かる。アルベド(日射反射率)は0.14～0.22であり、植物のアルベドの文献値(0.16～

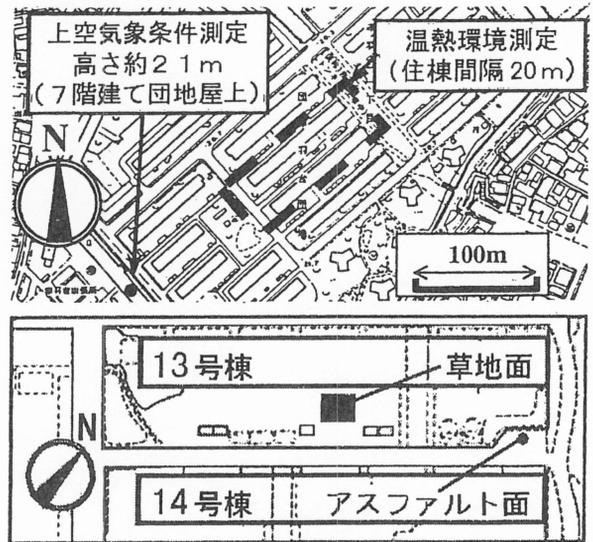


図1 測定点

0.26) とよく一致している。下向きの長波放射(I↓)は大きな変化を見せず一日中一定の値を示している。

Rn、Q↓、Q↑、I↓を実測しているので、式1より地表面から射出される長波放射であるI↑が残差として求まる。またI↑は式2であらわせるので、I↑から草地面の表面温度が逆算できる。草地面の正確な放射率(ε)は不明であるが0.9～1.0の範囲と考えられるので、この2つのεについて平均放射温度を計算し放射温度計による実測値と比較したものを図3に示す。実測値は2つの計算値の間にほぼ収まっており、放射収支に関する

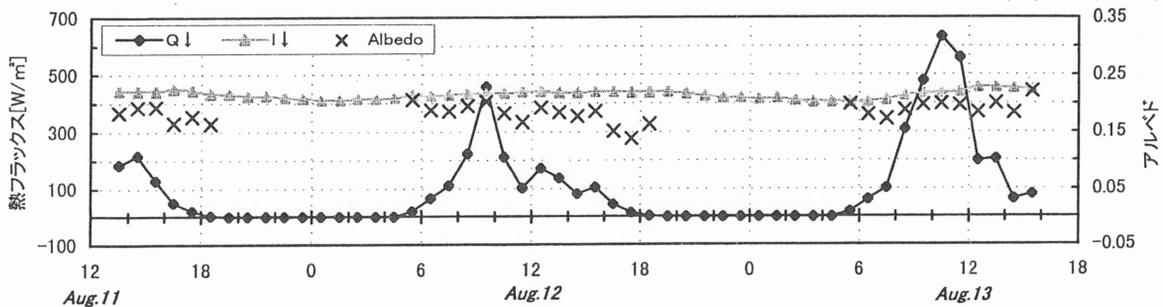


図2 草地面における放射量変化

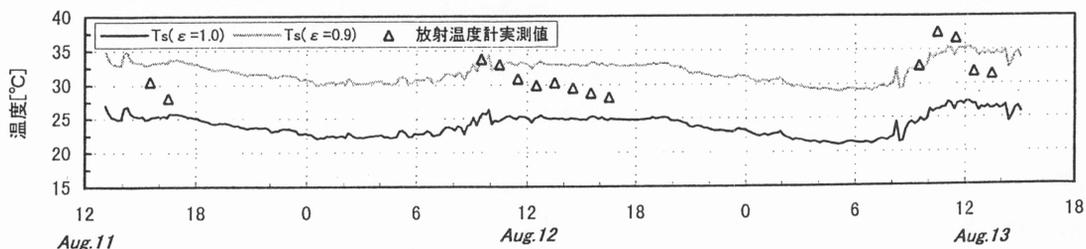


図3 草地面における平均放射温度

式1  $Q \downarrow - Q \uparrow + I \downarrow - I \uparrow = R_n = G + H + LE$   
 式2  $I \uparrow = \varepsilon \sigma T_s^4$  式3  $E = \beta k (X_s - X_a)$   
 式4  $H = C_p \rho w' t'$  式5  $\Delta S = C_p \rho \Delta T d / 3600$

Rn: 正味放射量 [W/m<sup>2</sup>] Q↓: 入射する短波放射量 (日射量) [W/m<sup>2</sup>]  
 Q↑: 反射する短波放射量 [W/m<sup>2</sup>] I↓: 大気から入射する長波放射量 [W/m<sup>2</sup>]  
 I↑: 表面から射出される長波放射量 [W/m<sup>2</sup>]  
 Ts: 表面温度 [K] ε: 放射率 [-] σ: シュテファンボルツマン係数  
 E: 水分蒸発量 [kg/m<sup>2</sup>·h] β: 蒸発効率 [-] k: 水面の物質伝達率 [g/m<sup>2</sup>·h·hPa]  
 Xs: 表面における絶対湿度 [hPa] Xa: 大気中における絶対湿度 [hPa]  
 H: 顕熱流束 [W/m<sup>2</sup>] Cp: 物質の比熱 [J/kg·K] ρ: 物質の密度 [kg/m<sup>3</sup>]  
 w': 鉛直風の変動成分 [m/s] t': 温度の変動成分 [K]  
 ΔT: 土壌層の昇温量 [°C] ΔS: 土壌層の蓄熱量 [W/m<sup>2</sup>] d: 地中深さ [m]  
 L: 水の汽化熱 [J/kg] G: 伝導熱流 [W/m<sup>2</sup>]

各フラックスが信頼できる数値であると判断できる。

図4に式3より求めた水面および草地面の物質伝達率 (k, βk) と蒸発効率 (β) について示す。βは表面の濡れ具合をあらわす指標で、水面では1となる。蒸発効率は草地面での蒸発量と水面における蒸発量を測らなければ求められない。今回は草地面の土深さが浅いことから、深さ10cmの土層をかく乱せずに容器に移し周囲草地と同じ条件で、一時間毎にその重量変化を測って蒸発量を評価した。その結果、この団地内の草地面における蒸発効率は約0.65となることが分かった。

式4より求めた顕熱フラックスの変化を図5に示す。アスファルト面で大きく、草地面で小さい値となり、その中間付近に屋上の値がある。これは、屋上ではアスファルト面と草地面の混在した地表面からの顕熱が通過するからである。顕熱フラックスが正午を過ぎた頃から小さくなるのは日射量の減少に伴うものである。ただし、草地面より熱容量が大きいアスファルト面では草地面よりも表面温度が高く維持されるため(図6)、顕熱フラックスはゼロにはなっていない。

図7に草地面熱収支の結果を示す。図3から正味放射量 (Rn) が正確なものだと判断されたので、式1に顕熱 (H)、潜熱 (LE)、伝導熱流 (G) の値を代入し残差 (ΔS) を求めた。ΔSがゼロにならないのは、Gが地表面ではなく深さ15cmの位置で測定しているためである。そこで式5を使い、表層15cmの温度変化量ΔTを求めた。その結果1.14°Cとなり、15cmでの実測結果(1.3°C)とほぼ一致し、熱収支の精度が確認された。

以上のように、草地面では潜熱があるためアスファルト面に比べ顕熱と伝導熱流に配分されるエネルギー量が減少する。このためアスファルト面では大気中を加熱する熱量である顕熱が草地面と比べて多くなる。

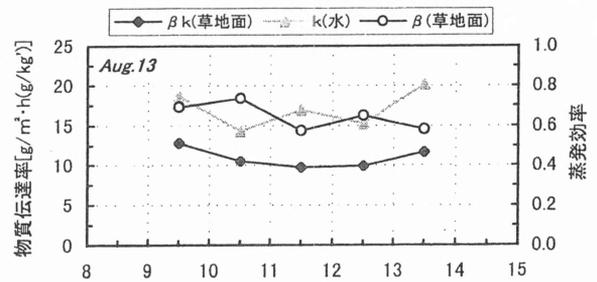


図4 草地面における蒸発効率

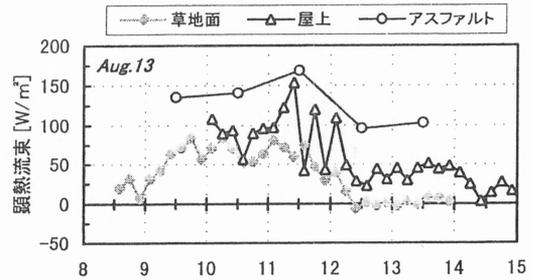


図5 団地内における顕熱流束

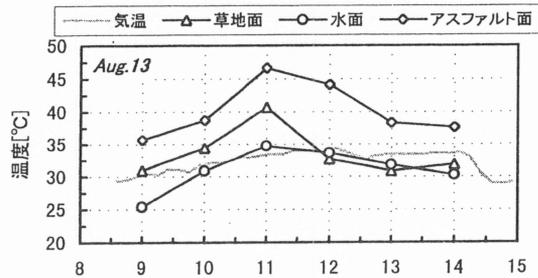


図6 団地内における表面温度変化

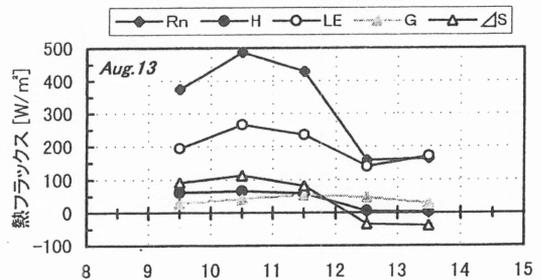


図7 草地面における熱収支

5・まとめ 一般に都市化が進むと、樹木は取り除かれ、地表面が人工的構造物であるコンクリートやアスファルトなどで被われるようになり、都市特有の現象を引き起こす。今回の測定から、都市における緑地の存在が顕熱フラックスや表面温度などの気候要素をより好ましい方向に緩和することが分かった。

また、団地内における屋外熱環境の実態が明らかになり、数値計算におけるパラメータを明確にしたことから、条件が変化したときの草地の熱的效果についての評価が可能になると思われる。

本実測は、建設省建築研究所によるプロジェクト「屋外空間の熱環境設計」の一環として実施したもので、本論文は東京大学生産技術研究所村上研究室と協同で行った測定のうち、本学担当分を中心にとまとめたものである。