微気象観測に基づく河川水面と陸面における熱収支特性の比較

名城大学大学院学生会員高木智之名城大学理工学部正会員原田守博愛知県建設部手嶋健浩矢崎総業㈱木野陽介

1.はじめに

都市化に伴うヒートアイランド現象を緩和するため,河川や運河などの水域を保全することが求められている.河川には 蒸発に伴う潜熱, 安定した水温による顕熱, 水塊としての貯熱等の大気冷却効果が考えられるが,それらの定量的な評価は十分でない.本研究は,微気象観測に基づいて,河川水面と陸面という異なった地被状態における熱収支特性の違いを明らかにすることにより,都市河川のもつ大気冷却効果の定量化をめざしている.

2. 微気象観測の概要

本研究では,陸面の代表として名城大学天白キャンパス構内を,河川水面の代表として中川運河中流域(図-1)を対象に現地観測を実施した.使用した測定機器は,自然通風型気温湿度計・セパレート型風向風速計・白金抵抗体温度計・長短波放射計である.中川運河に設置した観測システムの外観を写真-1に示す.観測期間は,陸面では2008年7月1日~7月25日,水面では7月30日~9月17日である.

3. 微気象観測の結果

比較対象日として,終日快晴で気温と日射が同程度であった7月19,20,23日(陸面)と8月3,5,9日(水面)を選定した.図-2は比較の一例として7月19日と8月5日の11時~23時に測定された気温・湿度・陸面温度・水面温度を示す.計測間隔は1分毎で,10分間の平均値を示している.気温を見ると,両日とも36を超えた猛暑日であったことがわかる.図-2と同じ時間帯における日射量・反射日射量・大気放射量・陸面および水面からの放射量の測定結果を図-3に示す.図において,日射量の変化は,陸面において乱れが生じているものの,両日とも同様な弧を描いており,雲による日射の遮断は無かったと考えられる.





図-1 観測地点(水面) 写真-1 観測機器の設置状況

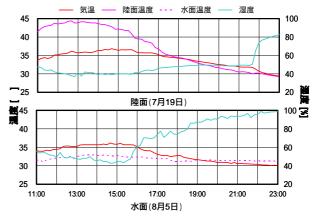


図-2 気温,湿度,陸面および水面温度の時間変化

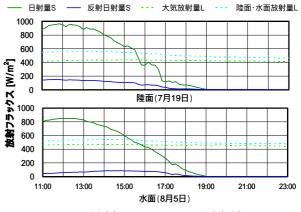


図-3 放射フラックスの測定結果

キーワード:ヒートアイランド現象,都市河川,潜熱輸送量,顕熱輸送量,微気象観測

連絡先: 〒468 - 8502 名古屋市天白区塩釜口1丁目501番地 Tel. 052 - 838 - 2353 Fax. 052 - 832 - 1178

4. 水面と陸面における放射収支・熱収支の比較

1) 長短波放射データに基づく放射収支の計算

図-3 に示した観測結果に基づき熱輸送量を求め,陸面と水面における放射収支と熱収支の差違を検討する.まず,放射収支を把握するために,式(1)の各項に測定値を代入して正味放射量Rn[W/m²]を求めた.

$$Rn = S^{\downarrow} - S^{\uparrow} + L^{\downarrow} - L^{\uparrow} \tag{1}$$

ここに, S^{\downarrow} :日射量, S^{\uparrow} :反射日射量, L^{\downarrow} :大気放射量, L^{\uparrow} :陸面・水面放射量である.この式において,上空からの入射量を左辺に,その他を右辺に移項させると, $S^{\downarrow}+L^{\downarrow}=S^{\uparrow}+L^{\uparrow}+Rn$ となる.図-4 は右辺における各項の割合を,13 時~15 時の平均値について示したものである.両日とも晴天であったため上空からの入射量は同等であるが,上空に向かう反射日射量 S^{\uparrow} の割合を見ると,水面では陸面の約 1/2 の値となっている.

2) 気温・湿度・風速データに基づく熱収支の計算

熱収支を求めるにあたり,潜熱輸送量 $\iota E \left[W/m^2 \right]$ と顕熱輸送量 $H \left[W/m^2 \right]$ を,それぞれ次のバルク式(2)(3)によって算出した.

$$tE = t\rho\beta C_H U_{10}(q_s - q) \tag{2}$$

$$H = c_{p} \rho C_{H} U_{10} (T_{s} - T)$$
 (3)

ここに, ρ : 空気密度 $[kg/m^3]$, β : 蒸発効率, C_H : バルク輸送係数, U_{10} : 測定した平均風速の高度 10mへの換算値 [m/s], q_s : 飽和比湿 [-],q: 比湿 [-], ι : 水の気化熱 [J/kg], c_p : 定圧比熱 $[J/(kg\ K)]$, T_s : 陸面・水面温度 [K],T: 気温 [K]である.次に,下向き伝導熱 $G[W/m^2]$ は熱収支式の式(4)から逆算して求めた.

$$Rn = H + \iota E + G \tag{4}$$

図-5 に ιE と H と G の算定結果を示す.潜熱輸送量 ιE は陸面では時間的に安定しているのに対して,水面では変動が激しい.これは,市街地である陸面に比べ,開放空間である中川運河では風の強弱が大きいため,その影響が潜熱に現れたものと考えられる.

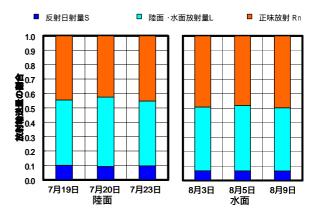


図-4 放射収支式における各項の割合(13~15時)

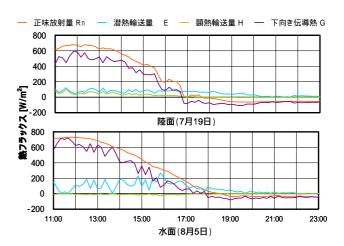


図-5 熱輸送量の時間変化

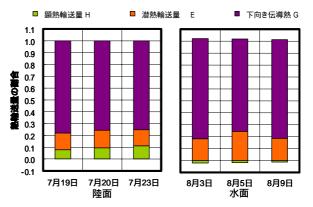


図-6 熱収支式における各項の割合(13~15時)

図-6 は式(4)の右辺について各熱輸送量の割合を図-4 と同様に求めたものである .顕熱輸送量 H は陸面では正の値 ,水面では負の値を示している . このことから ,陸面は顕熱によって大気を暖めるのに対し ,水面は逆に大気を冷却する傾向にあるといえる . また ,潜熱輸送量 ιE の割合は陸面に比べ水面の方が大きいことが明らかであり ,下向き伝導熱 G も同様に水面の方が大きく ,水面の貯熱効果が高いことを示している .

5.おわりに

本研究では,大学構内と中川運河河畔において微気象観測を実施し,異なる地被状態での熱収支特性の差違評価した.その結果,水面は貯熱効果が高く,顕熱輸送量によって大気を冷却することが明らかとなり,中川運河は暑熱環境の緩和に一定の役割を果たしていることが示された.なお,今回対象とした陸面は植生のある自然地盤であったため,今後はアスファルト等の人工被覆地盤で観測し,水面と比較を行う予定である.