

Ⅱ-512

琵琶湖周辺水田地帯での熱収支の現地調査

芝浦工業大学大学院 学員 白浜光央

芝浦工業大学工学部 正員 菅 和利

大日本コンサルタント 松下 博昭

前田道路 桃井 満朗

1. はじめに

琵琶湖を含んだ100km X 100kmの領域で、水文循環、熱環境の現地調査を琵琶湖プロジェクトとして実施している。'94年10月に実施した「琵琶湖プロジェクト」に研究室として参加し、水田での熱環境の調査を中心に調査を行った。調査対象領域には広い水域と水田、森林を有し、水文循環、熱循環のモデル化のデータを蓄積するには格好の領域である。

近年、都市域における土地利用形態の変化に伴う地表面の舗装化、アスファルト化は地表面での熱容量、潜熱フラックスを変化させ、都市での温暖化を促進している。都市域での自然な水文循環、良好な熱環境を取り戻すためには、開発以前の森林、水田域での水循環の実態を十分に把握した方策が重要である。しかし、地表面からの蒸発散の活発な水田・草地などの地域における調査はなかなか機会に恵まれず、また困難なものであった。琵琶湖周辺水田地帯での今回の調査は、都市域と自然域での観測結果を比較できる点でも重要である。

2. 田園における熱収支

観測は1994年10月12日～14日で、固定点で連続観測を実施した。滋賀県木之本町の稲を刈り取った水田に観測塔を設置し、熱線風速計を用いて気温、風速、湿度の鉛直分布を測定し、放射収支計、アルベドメータ、地中への熱流計を用いて熱収支を測定した。さらに、地表面温度の空間分布をデジタル温度計を用いて移動しながら測定した。風速の鉛直分布が対数分布を示す時間帯での気温、湿度分布からボーエン比により潜熱、顕熱フラックスを算定した。図-1はこの結果を示したものである。また、潜熱フラックスの日変化から蒸発量を計算したのが図-2示である。図中Rnは純放射収支量、Hは顕熱フラックス、 λE は潜熱フラックス、Gは地中伝導熱を示す。 $Rn = H + \lambda E + G$

図-1から分かるように、日中の潜熱フラックスが純放射収支量の約6割程度にまで達しており、地表面からの蒸発散作用が活発に生じていることを示している。また日中の顕熱フラックスは放射収支量の2割程度しかなく、水田地帯では日射の大部分が水循環の為に使用されていることを示している。地中への熱輸送は日中は地中へ、夜間は気界に向かって輸送されるが、図-1の地中伝導熱の曲線で囲まれた部分を積分すると地中への熱輸送の日積分量は地中に向かっており、純放射収支量の一部が地中に蓄えられることが分かる。図-2の蒸発量の日変化を見ると、日中には時間当たり0.4mmの蒸発があるが、夜間には微少であることを示している。夜間の変動には風速、湿度の影響が現れていると思われるが、風速の時間変化と比較すると数時間の遅れが

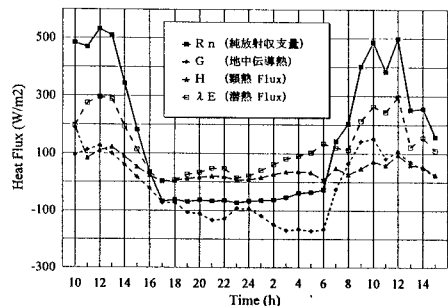


図-1 熱収支の日変化

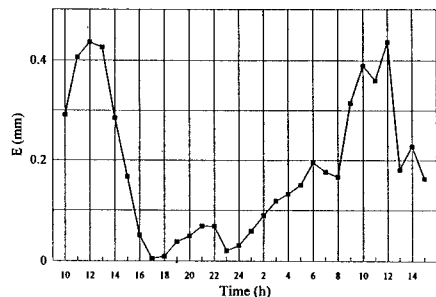


図-2 蒸発量の日変化

見られた。

3. 空気力学的抵抗の検討

田園などの植生面において地表面環境の条件に対応した蒸発散の関係を検討する際、空気力学抵抗を考慮する必要がある。風速分布として対数法則を考えると空気力学抵抗 r_a は次式で表される。

$$r_a = \{ \ln[(z-d)/z_0] \}^2 / [\kappa^2 u(z)]$$

ここに z は地表からの高さ、 $u(z)$ は高さ z での風速、 κ はカルマン定数、 z_0 は粗度長、 d は地面修正量である。

観測データから算定した r_a と風速の関係を示したのが図-3である。図中○印は琵琶湖でのデータで、●印は1994年8月1、2日に行った港区芝公園での熱環境観測での結果である。図中一点鎖線、破線は琵琶湖、港区でのデータの平均曲線を描いたものである。都市域における r_a の値は琵琶湖での値より全体的に小さい傾向を示している。これは都市域では周り的高層建築物や周囲の森林の影響で粗度長 z_0 が大きく、地表面近くでの空気の鉛直混合が活発なためと思われる。他方、琵琶湖周辺の水田域では障害物の高さが比較的低く、粗度長が小さいために空気の鉛直混合が弱く r_a が小さくなると考えられる。

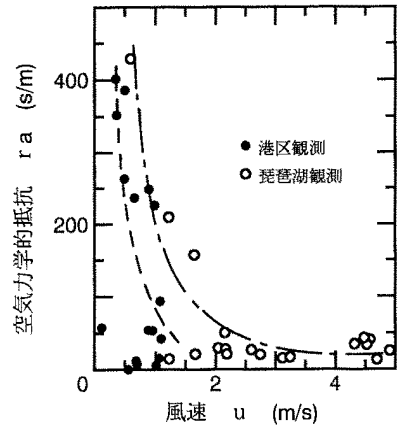


図-3 空気力学的抵抗

4. 地表面温度と蒸発散効率

デジタル温度計で水田地表面部の温度（地中5cmの深さでの平均）と地表面から5cmの高さの気温を一つの水田内30カ所で測定し、温度分布のカラーコンタを描いた。図-4に湿度分布を、図-5に地表面温度のコンタ図を示す。潜熱フラックス λE の有効放射量 $R_n - G$ に対する比 α_e （蒸発散効率）を降雨直後の植被がぬれている状態を想定した遮断蒸発のモデルで算定した値のコンタ図を描いたのが図-6である。図-5と図-6を比較すると、地表面温度の高いところで蒸発散効率が高くなる傾向が見られた。

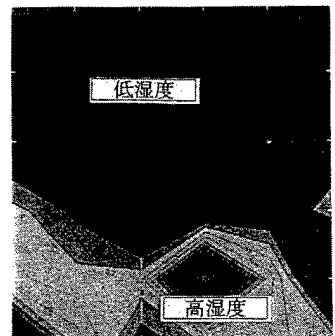


図-4 湿度の空間分布

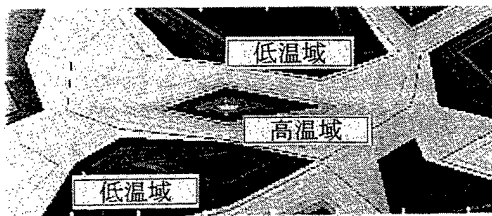


図-5 地表面温度の空間分布

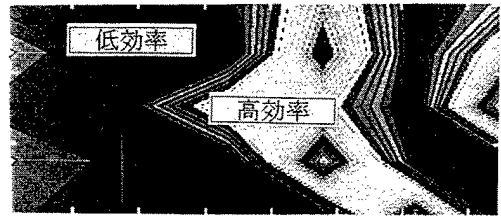


図-6 蒸発散効率の空間分布

5. 結論

水田地帯では純放射収支量の大部分が潜熱フラックスに消費され、地中にも蓄熱されるために顕熱フラックスが小さく、水循環を通して気候が緩和されていることを示している。また構造物の高さの影響は空気力学的抵抗として評価でき、蒸発散効率に土地利用形態を反映させることができる。