

日本大学 生産工学部 ○ 坪松 学

日本大学 生産工学部 三浦 晃

日本大学 生産工学部 西川 肇

雨水の流域からの表面流出量の時間的変化は、降雨や流域面の雨水の流れに関係する多くの因子に影響されるが、地表面の主な因子として雨水の流れの速さに影響を与える勾配や粗度、流路や流出率に関係する浸透・不浸透域などが重要な因子である。これらの値を場所毎に求めることは困難であると同時に、特に都市化されることにより地表面の平坦化や不浸透化、道路・水路密度の増加、およびこれらの複雑な分布から地表面雨水の動行を予測し難い。しかしこれら因子の雨水表面流出に対する影響は雨水の流れ易さ、言い換えれば地表面の水排けの良否に直接関係するものである。ここでは地表面の場所毎の水排けの良否に関して、地表面の温度情報を用いることにより、より容易に求めることが出来ないかと考え実験や観測を行なう。結果の検討を行なう。

地表面はその物質の熱的特性や太陽電磁波の吸収特性、周囲の環境、太陽光に対する傾き及び気象条件などにより、それぞれ固有の温度変化をしている。したがって日昼の地表面は様々な温度分布を呈しているが、一旦地表面に降雨があると、水の比熱が大きなこと、密着性及び浸透性が高いことによる熱交換、熱伝導の増加及び流出現象による熱輸送などから、地表面は温度の均一化方向へ向う。降雨終了後再び地表面はそれぞれの温度特性に従い温度差を生じ始めるが、このとき降雨があったことにより地表面物質の種類やその置かれていた状態により地表面の含水量や冠水状態が変化しており、このことが以後の温度変化に大きな影響を与える。一般に露地や植生域は瓦やトタン、アスファルトやコンクリートなどの人工物質に比べ降水による含水量は大幅に増加し、また水排けの悪い平坦な表面や粗度の大きな地域、また流れの下流部などでは長い間冠水状態が続くと考えられる。この含水量の増加や地表面の冠水は地表面物質の比熱が一般に0.2~0.3程度であるのに比べ水の比熱が1であることから、地表面比熱の大幅な増加、さらに浸透水による空隙の減少による熱伝導率の変化、表面からの気化熱などが表面温度の上昇を防いだ。したがって地表面の水排けの良否は地表面温度に大きく影響するが、この関係を定量的に扱うことは、因子が多過ぎることや場所毎のそれらの値の違いにより困難である。しかし同一地点においての降雨による影響は降雨発生前後の温度資料と比較することにより可能で、また浸・不浸透域、水排の良否の境界をどこにとるかは、影響が絶対的な値でないことからむしろしい問題であるが、コンクリート面が比較的浸・不浸透面の性質を持ちまた広く分布していることから、コンクリート面の温度特性変化を浸・不浸透域識別基準にすることが考えられ良好な結果を得ている。また勾配や粗度による水排けの速さに関しては、相対的順位を知ることが可能であると考えられる。

表 - 1¹⁾

	密度 ρ / cm^3	比熱 $\text{Cal/g}^\circ\text{C}$	熱伝導率 $\text{Cal/cm sec}^\circ\text{C}$
アスファルト	約 2.5	約 0.20	$26 \sim 35 \times 10^{-3}$
コンクリート	約 2.5	約 0.20	$2 \sim 4 \times 10^{-2}$
土 (乾)	1.6	0.19	$8 \sim 8 \times 10^{-3}$
土 (湿)	2.0	0.35	$3 \sim 8 \times 10^{-3}$
水	1.000	1.00	1.4×10^{-3}
アルミニウム	2.71	0.208	0.54
鉄	7.86	0.104	0.18

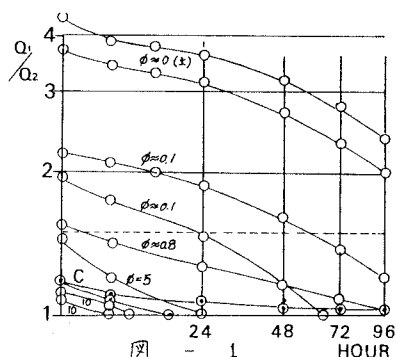


表-1⁹⁾は地表面物質の熱的特性を示した一例で、一般に地表面物質の比熱は水に比べはるかに小さいことが判る。また図-1は実験により求めた降雨後からの地表面浸透物質の比熱の経時変化で、それとどの自然状態の時の値の比として載せてある。この値は実験

条件により大きく変化するが、不浸透物質はいずれも1の値でありコンクリート表面の値は浸透物質と不浸透物質の中間に位置し、同時にコンクリートの資料を求めることにより境界値とすることが出来る。図-2 a, bはそれぞれ温度差のある夏期及び差の少ない冬期の地表面物質の温度変化を降雨発生前、発生日及び発生後の順に載せてある。浸透物質の降雨後の温度上昇は相対的に鈍いことが判る。また冬期の値は差が少なく識別しにくいと思われる。これらのデータから浸・不浸透域の識別は降雨終了後温度回復時の変化特性と、降雨発生前の特性との相対的な比較から、その違いの程度を求めればよく、したがって降雨発生前及び後のある時刻の表面温度の比を求める。それを同様にして求めたコンクリート面の値との比として求めることにより気象変化による影響を少なくする。横軸に降雨発生前の温度を、縦軸に求めた比をプロットしたものが図-3で、○印は不浸透物質、●印は浸透物質それぞれ4種類の条件の異なる値を一緒に載せてある。コンクリートの値 $R=1$ より上方を不浸透、下方を浸透物質とすると、夏期のような表面温度の高い季節のデータでは十分識別されることが判る。

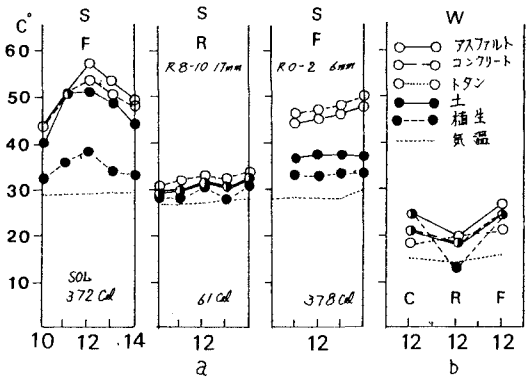


図 - 2 (a, b)

次に勾配や粗度による排水の良否についての十分な観測は行なっていないが、図-4は勾配の異なるモルタル斜面3種の実験による降雨後の表面温度を示したもので、左より順に勾配が小さくなっている。白い程温度が高い状態を示しており降雨直後同一面積だった低温部が、以後の水排の良否と日射により勾配の大きい方が、高い部分が多いことが判る。(上下2段は勾配の向きを逆にしたもので各上下の平均を用いることにより勾配の違いによる太陽の受光エネルギーの違いによる影響を少なくしている)。降雨終了後ある時間が経過した後、勾配や粗度の違いによるこの影響を資料面積に対する高温部の面積の比として、流出しにくい順に並べたものが図-5で、勾配が大きくまたは粗度が小さくなるに従い表面温度の回復が早く、これらの間に温度と強い関係があることが判る。

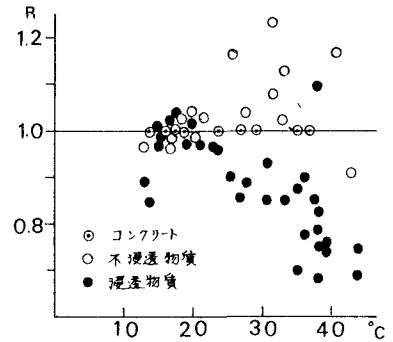


図 - 3

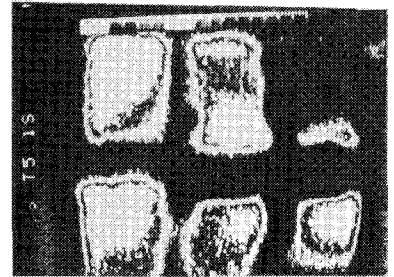


図 - 4

ここで用いた温度センサーは、スポット型や撮像型の輻射温度計で、将来より安価に航空機等低高度で地表面の精密な温度情報と容易に得られるようになれば、流出に対し都市域のような複雑な流域での浸・不浸透域の分布や雨水の流下方向に対して、地表面温度情報は有効であると考えられる。

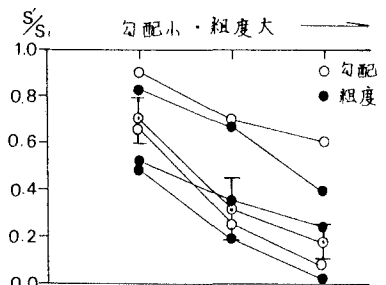


図 - 5

参考文献

- 1) 国立公害研 土屋 巖 都市ヒートアイランド除去に適した条件について 第4回日本リモートセンシング学会