

II-31 風洞を用いた、地表面からの蒸発の直接測定法 一室内試験による測定精度の検討一

埼玉大学 工学部 正 ○ 渡 辺 邦 夫
 上尾市役所 野 本 博 幸
 住友セメント 玉 置 英 裕
 東京計測(株) 松 島 庄 一

はじめに

流出現象や地表付近の水分・物質の移行を解明するにあたって、蒸発量を精度良くみつめることは極めて重要である。蒸発量は、地表の植生や土壌、含水量などの条件によって大きく影響され、場所的、時間的にかなり変化することが予想される。そのため、野外で局所的・経時的な蒸発量測定が必要となる。従来、ある程度広い地域での、平均的な蒸発量の測定法は実用に供されているが、局所的な蒸発量の測定法はまだ確立されていない。本報告は、著者らの提案した直接測定法¹⁾の精度を、室内実験により詳細に検討したものである。

1. 測定法の考え方と室内実験装置

測定法の概念を図-1に示す。まず、地表面に透明アクリル製の小風洞を置く。この風洞内の任意2断面を選び、その断面内を通る水分量 Q_e を以下の式により測定する。

$$Q_e = \int v \cdot \theta \cdot S_r(t) dA \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 A は風洞断面、 v は風速、 θ は相対湿度、 $S_r(t)$ は、温度 t における絶対湿度である。2断面の水分量 Q_e の差は、その断面間の風洞下底面より蒸発する蒸発量に等しいから、2断面を通過する水分量を測定することにより蒸発量が測定しうることになる。この方法の問題の1つは、果して十分な精度で風速、温度、相対湿度が測定しうるかである。このことを、図-2に示す室内実験装置を用いて検討した。

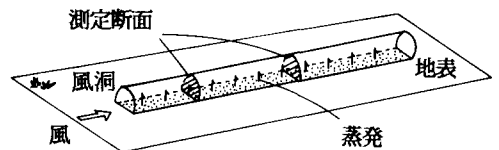


図-1 測定法の概念図

室内実験装置は、径20cmのアクリル円筒の下部を切断した風洞を、ベニア合板の上に載せたものである。合板の一部に試験区間を設けている。試験区間には、長さ30cm、幅15cm、深さ4cmの土槽が2個、電子天秤の上に載せられている。土槽から風洞内の蒸発量はこの

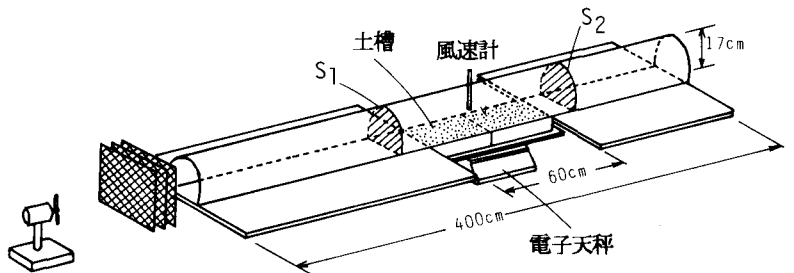


図-2 室内実験装置の模式図

電子天秤により直接測定しう。また、風洞の片側から風を送り、試験区間前後の断面(S_1, S_2)を通過する水分量を測定することによっても、前述の方法で蒸発量が測定しうることになる。なお、測定に用いた湿度センサーの大きさは、約4mm×1cm×1.5cmの直方体であり、風向に直交方向に4mm×1cmの面を向ける。また、風速は、野外測定用の熱線風速計を使用した。なお測定は試験区間中央断面の、風洞中心風速が0.6~0.7m/sの条件で8ケース行った。

2. 実験結果

図-3は、

S_1 および S_2 の風速分布測定結果である。図中の風洞断面左隅部に風速の小さい

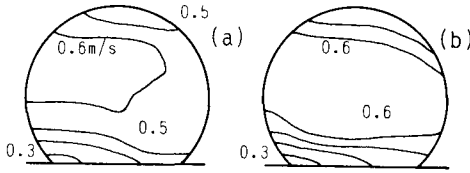


図-3 風速分布図 (a) S_1 , (b) S_2 断面

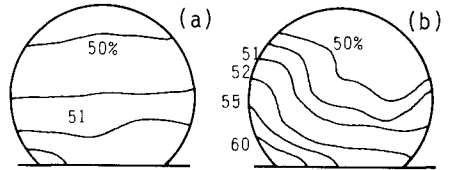


図-4 相対湿度分布図 (a) S_1 , (b) S_2 断面

部分が存在しているが、これは、用いた実験装置の特性によるものである。1つの実験ケースの S_1 , S_2 各断面内の相対湿度分布を図-4(a), (b)に示す。この図から、 S_2 の相対湿度が S_1 に比べてかなり大きくなっていることがわかる。とくに、風速の遅い左隅部で湿度増加が著しいことがわかる。

図-5(a), (b)は、それぞれ、 S_1 , S_2 内、同一点間の相対湿度および温度の差を示す。これらの値はそれぞれ S_2 断面

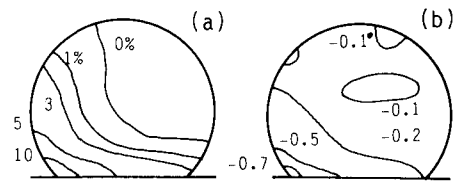


図-5 (a)相対湿度 (b)温度の差の分布

内の値から、 S_1 断面内の値を引いたものである。これからも、風洞左隅部で湿度増加が著しく、また、温度低下が大きいことがわかる。温度低下は、蒸発で奪われる熱を反映したものと考えられる。すべての実験ケースについて2断面内の相対湿度、温度、風速の測定を行い、(1)式に基づいて蒸発量を算定した。その値を E_{cal} と書く。なお、各断面内で約30点の測定を行った。一方、電子天秤で測定した値を E_{ovs} とする。それらの比較を行った結果を図-6に示す。図から、この測定法により得られた値と電子天秤で測定された値はかなり良く一致することがわかる。多少の誤差がみられるがこれは断面内での測定点の数が少なかったことに起因するものと考えられる。従って、まだ実験室内での検証ではあるが、この測定法の精度がかなり高いといえる。

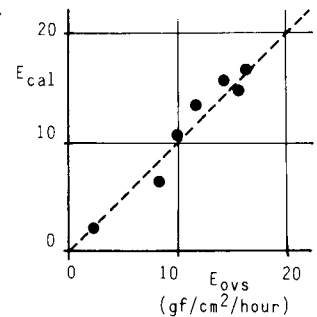


図-6 E_{cal} と E_{ovs} との比較

3. 今後の問題

この測定法を用いて、野外測定を行うとき、2、3の問題が残されている。その中の最も大きなものは、測定センサーの応答時間と、風速・風向の変動の問題である。野外では風速・風向が大きく変化し、それに伴って相対湿度も変化するため、1つの断面を通る水分量の測定が極めて難しくなるはずである。この点について今後検討してゆかねばならない。ただ予備的な野外測定によれば、地表付近で相対湿度分布はかなり安定しているように思われ、平均風速分布を妥当に推定することによって、ある程度蒸発量の測定ができると考えている。

参考文献

Watanabe, K. et al., 2nd Int. Symp. Field Meas. Geomech, 1987.