

乾燥地における水分蒸発量計の使用と問題点

千葉工業大学 学生員

栗林 美佳

千葉工業大学 正会員

篠田 裕

1. 目的

乾燥地で植物栽培を行う際の灌漑では、保水量の増加とともに土壌表面からの水分蒸発量も大きくなる。土壌水分の最も確実に基本の測定には炉乾法と呼ばれる、現場から土を採取し、現場での湿った状態の土の重さと、それを乾燥炉で完全に乾かした土の重さを量って、両者の差を求める方法がある。しかし、この方法は一つの観測値を得るまでには必ず人手がいること、土を現場から採取するため、観測地点の土壌を乱し破壊してしまう。また、長時間の連続観測には不都合であったり、土を一度実験室に持ち帰らないといけないので、他の気象観測項目がリアルタイムでモニタリング可能なのと比較すると大変不便である。そこで蒸発量を直接定量的に把握する方法として、2高度の温度・湿度を測定して、蒸発量を求める機器を導入した。実際に現地で精度の高い値が得ることができるのか、室内実験で確認し、その水分蒸発量計の性能を評価する。

2. 使用機器

今回使用した機器は、物体表面にセンサーを置くだけで測定でき、土壌、岩盤、繊維、コンクリート、植物等、応用範囲が広く多目的に表面水分蒸発量計測ができる、東京計測株式会社製の水分蒸発計 MODEL ETH - 4101 である。この水分蒸発計は、水分蒸発量だけでなく、温度・湿度の出力も同時に得られる。

図1に示す温湿度センサーを、物質表面から蒸発した水蒸気が高濃度部から濃度の少ない大気中に向かって拡散現象していく拡散領域内に置き、この領域内の水蒸気勾配を測定することにより、物質表面から空気中への水の蒸発量を測定する。出力されるアナログ信号のバイナリーデータはパソコンにデータ転送し、表計算ソフトウェア等で処理できる。

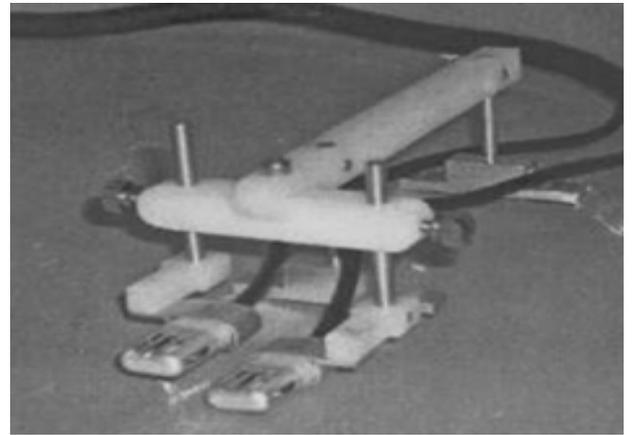


図1 水分蒸発量計の湿度センサー

3. 水分蒸発量の算定

測定値、実測値、計算値で水分蒸発量の値をそれぞれに算出し、精度を比較検討する。

1) 計算値 : 2高度の温度・湿度からバルク法を使い計算した。

バルク法とは傾度法における2高度のうち1高度を地面に置き、地表面近傍から観測高度から観測高度までの輸送過程を考慮したもの。地表面側の風速はゼロと考える。

乱流輸送では空気塊が絶えず上下に交換されており、その交換の比例定数が $C_H U$ になる。蒸発量 E を次の式に表す。

$$E = \rho C_H U (q_0 - q_a)$$

ρ : 空気の密度、 C_H : 顕熱輸送に対するバルク輸送係数、 U : 風速、 q_0 : 地表面の比湿、

q_a : ある高度での大気の比湿

2) 実測値 : 秤での実測。

秤の上に試料を引き積めたアクリルケースを置き、水分蒸発量計の計測と同時進行で試料の重さの変化を水分蒸発量計と同時に図っていく。試料の重さの変化量が実際の蒸発量となるのでこの値に計測値、計算値に近いほど精度の高いことになる。

3) 計測値 : 水分蒸発量計での計測。

$\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の単位を他の値と比較しやすいように、 $\text{mg cm}^{-2} \text{h}^{-1}$ で考えた。

キーワード: 乾燥地、植物栽培、水分蒸発量、蒸発量の測定、水分蒸発量計

連絡先 : 〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 土木工学科工学部 TEL.047-478-0446

4. 実験方法

まず今回は気圧を 760mmHg と設定し

14.5×9.5×3.7cm のアクリルケースに試料の土壌を入れ、土壌に触れない程度の高さに水分蒸発量計の検出部（下部）を設置した。その際、2点の検出部の高低差を 9mm とした。土壌は市販の園芸用腐葉土、川砂、草炭のそれぞれの乾いた状態、湿った状態のものを扱い、蒸発量を 5 分間隔で 1 時間の計測をした。また、同時に秤で試料の重量変化も計った。風速においては、室内実験で考慮しない。

5. 結果

測定値、実測値、計算値は同時進行で計測したもののなので蒸発量の値はどれも同じ値がでるはずだと考えられた。しかし、実際はどれも異なる値がでてしまった。特に計測値や、実測値とは 10 倍以上の差がでているものも多い。これは、しかし、測定値と計算値は、計測時刻にかかわらずほぼ同じ倍率で実験値のほうが蒸発量が高かった。湿った草炭の蒸発量を計算し出した値と水分蒸発量計が出した値は比較したところ、約 2.5 倍の差があった。(図)

6. 考察

実測値は実際無くなっていった蒸発量なので、わかりやすく最も正確な数値だと考えた。そのため、実測値を基本と考え、測定値、計算値を実測値に近づけることを目的にしたが、実測値も人為的ミス、秤の精度などの影響により正確ではないのではないかと考えた。理論値と実験値は合っていないが、倍率がほぼ同じなので、試料によってその倍率が異なるため、何が異なるのか他の計算式を考慮して追求したい。

測定は室内で行い、測定時にその周囲で空気対流が起らないよう配慮したため、風の影響は受けていない。実際にこの機器を使用するのはほとんどが屋外であると考えられるので今後、風の影響を計算していきたい。

今回の実験では計測値と実測値と計算値の蒸発量は毎回一致した測定はできなかったが、現地実験ではこの水分蒸発量計で測定を行った結果、乱れずに安定した値が出たことと、簡易にリアルタイムでデータを得ることが確認できたので、現地での測定に活用できると考えられる。

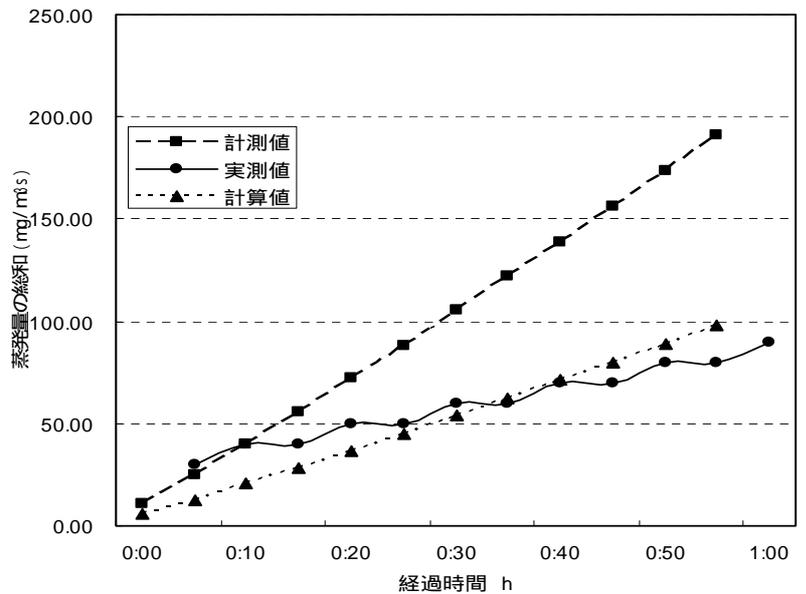


図2 湿潤草炭の水分蒸発量の比較

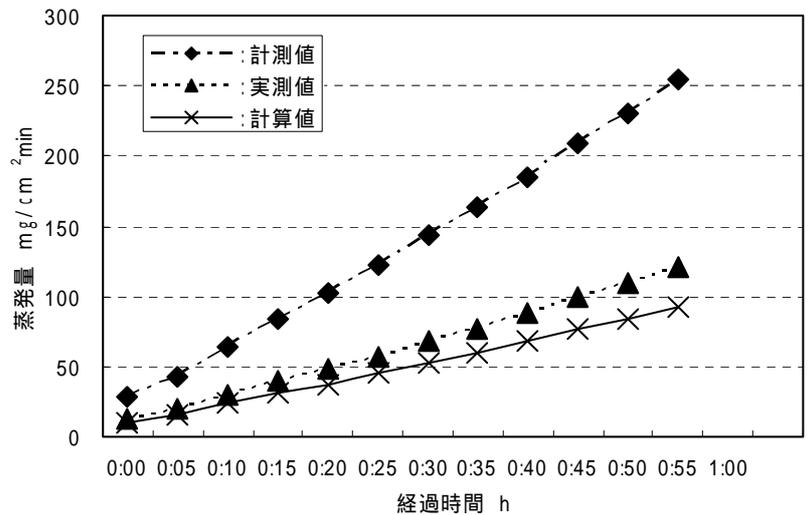


図3 湿潤砂の蒸発量比較

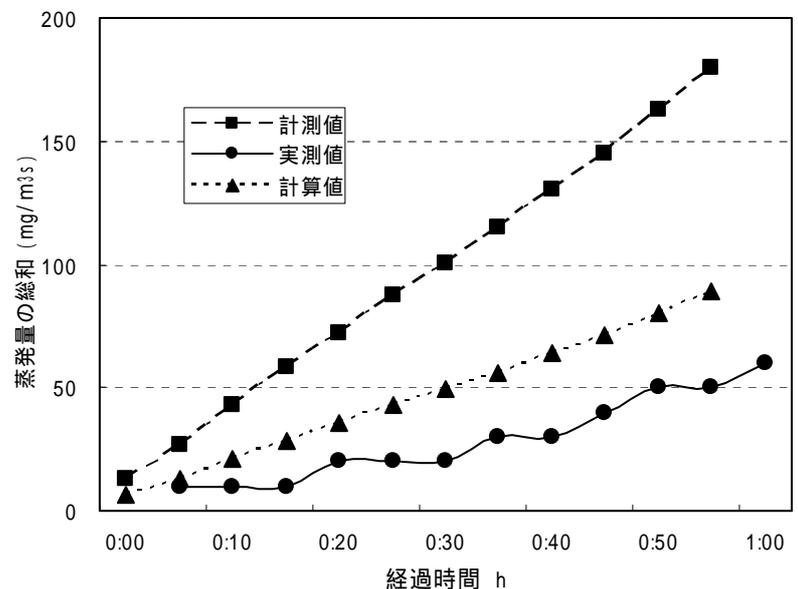


図4 湿潤腐葉土の水分蒸発量の比較

