

蒸発パンを用いた sandy silt の蒸発測定

福井大学工学部 大学院 大田 悟*
 福井大学工学部 大学院 何 超*
 福井大学工学部 正会員 福原 輝幸*
 近畿大学理工学部 正会員 高野 保英**

1.はじめに 筆者らは、野外における土壌の熱・水分計測と蒸発のモニタリング方法の開発を目的の1つとして、散水・蒸発・乾燥実験を行っている^{1)~3)}。これまでに、散水後の土壌中の熱・水分移動に関して多くのデータを得ることができたが、水収支の根幹となる土壌からの蒸発量計測が欠如していた。そのために1998年9月に中東のアラブ首長国連邦において、土壌に埋設したアクリル製カラムを用いて初めて蒸発量の測定を試み、散水後8時間までの蒸発量の経時変化を得ることができた³⁾。

そこで、新たな蒸発パンを用いた野外蒸発実験を行い、日周期的な蒸発量および蒸発フラックス密度変化を明らかにするとともに、蒸発フラックス密度と土壌表面近傍の温度の関連性を調べたので、その結果を報告する。

2.実験方法 蒸発実験の概要を Photo.1 に示す。実験はアラブ首長国連邦の Ras Al Khaimah 首長国、Hamranyah で行われる。試験区画(3m×3m)には、散水後の蒸発量を直接測定するために、試験地土壌と同じ sandy silt を充填したステンレス製の蒸発パン(内径25cm、高さ14.5cm、以下パンと呼称)が2個埋設される。前回に比べて蒸発面積を広くするとともに、重量測定のための取り出しを容易にするような形状のパンが選ばれる。パンの頂部は地表面と同一になるように調節され、重量計測には0.1g読みの電子天秤(METTLER TOLEDO 製)が使用される。その他、大気および土壌の温度・湿度はそれぞれ TESTO TERM 製と VISALA 製の温・湿度センサーにより測定される。

散水は2000年9月に2回行われ、各散水条件が Table 1 に示される。いずれの散水もジョウロにより行われる。

3.実験結果 今回は紙面の都合上、2次散水の結果について考察する。

Fig.1 は気温 T_a および短波放射量 R_g の経時変化である。ただし R_g は日最大値の変化を観るために、 $0.68 < R_g < 0.92$ (kW/m^2) の範囲を示す。実験期間中を通して T_a および R_g の日変化に大きな違いは無いが、それぞれの日最大値は互いに正の相関関係が認められる。

Fig.2 に散水後の積算蒸発量 Q_v および蒸発率 R_{ev} ($=Q_v/I_r$: I_r は散水量) の経時変化を示す。 Q_v の時間増分は散水後約6時間(9日10日11:00~17:00)までの間で大きく、17:00時点で R_{ev} は54%となる。散水5日後(9月15日)に R_{ev} は94%に達し、土壌は散水前の乾

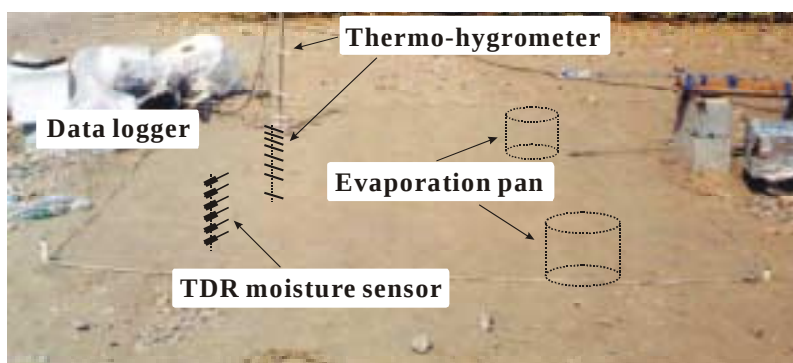


Photo.1 実験概要(Ras Al Khaimah)

Table 1 散水条件

Irrigation	Beginning date and time	Watering flux (l/m^2)	Duration (min.:sec.)	Water temp. ()
1st	2000/9/7 10:50	5	6:30	34.9
2nd	2000/9/10 10:50	10	7:58	33.1

キーワード：蒸発パン、蒸発量、熱・水分移動

* 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1 TEL 0776-23-0500(2809) FAX 0776-27-8746

** 〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1 TEL 06-6721-2332 FAX 06-6730-1320

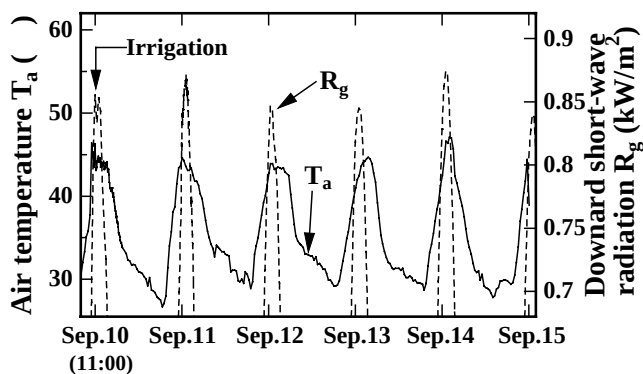


Fig.1 気温および短波放射量の経時変化

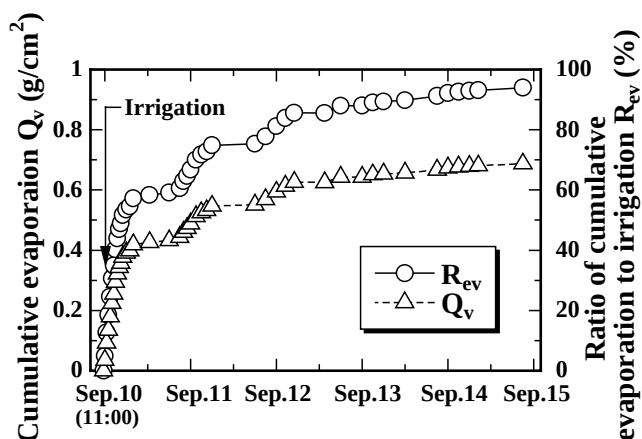


Fig.2 積算蒸発量および蒸発率の経時変化

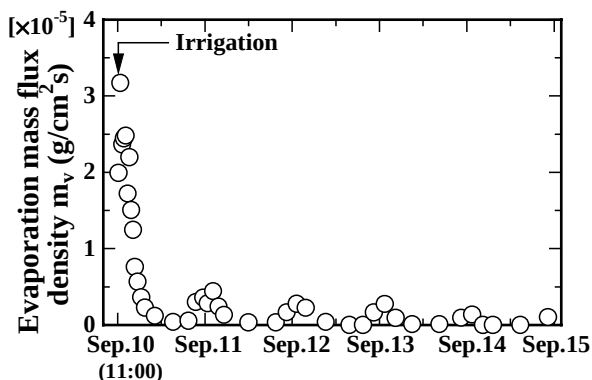


Fig.3 蒸発フラックス密度の経時変化

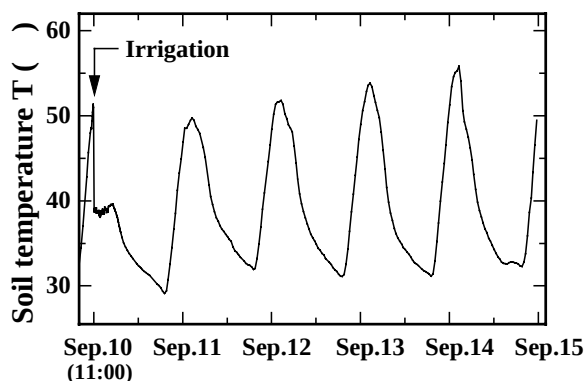


Fig.4 土壌温度 (z=-0.01m) の経時変化

乾燥状態に戻る。 Q_v の時間増分の大きい時間帯は昼間に相当する。

Fig.2 の結果を基に計算された蒸発フラックス密度 m_v ($=dQ_v/dt$) の経時変化を Fig.3 に示す。 m_v は 8:00 ~ 13:00 頃の間で増加し、13:00 ~ 17:00 頃にかけて減少する。夜間 (17:00 ~ 翌 8:00) では m_v の値は小さく、昼間ほどの変動幅はない。また、 m_v の日最大値は経過日数とともに減少し、散水翌日の m_v の日最大値は、前日のその 14% になる。

Fig.4 に深度 $z=-0.01m$ の土壌温度 T の経時変化を示す。散水開始直後から、 T は散水の顕熱により 51.3 から 38.7 へ急激に低下する。Fig.1 より、9 月 10 日 ~ 9 月 12 日までの気温および短波放射量の日変化に殆ど違いが無いことから 9 月 11 日の T の日最大値が低いのは地表での蒸発潜熱に起因すると思われる。Fig.3 と Fig.4 を比較すれば、散水後数日間の m_v の日最大値は T の日最大値が現れる時刻にほぼ一致することが知れる。

4. おわりに 新たな蒸発パンを用いた野外実験より、以下の結論を得た。

- (1) 蒸発フラックス密度 m_v は、8:00 ~ 13:00 頃の間で増加し、13:00 ~ 17:00 頃にかけて減少する。また、夜間 (17:00 ~ 翌 8:00 頃) における m_v は昼間に比べて十分小さい。
- (2) (1) で述べた蒸発フラックス密度の日変化は、土壌の乾燥の進行に伴って不明瞭となる。
- (3) 以上より、今回提案する野外蒸発計測方法の有効性が示されたと考える。

なお、本研究は文部省科学研究費 (基盤 (B))、代表者 福原輝幸) の補助を受けて行われた。

- 参考文献 1) 高野保英, 福原輝幸, 黒川和男: 中東の乾燥地土壌中の熱・水分移動特性と蒸発・乾燥過程 - アラブ首長国連邦における気象観測および土壌熱・水分計測 -, 水工学論文集, 第 41 巻, pp221-226, 1997.
- 2) 高野保英, 福原輝幸: アラブ首長国連邦における現地気象・水文観測 - 土壌温湿度法による灌水後の土壌の蒸発・乾燥過程の評価 -, 水工学論文集, 第 42 巻, pp91-96, 1998.
- 3) 何 超, 福原輝幸, 高野保英: 散水後の sandy soil の乾燥と蒸発 - アラブ首長国連邦における現地蒸発・乾燥実験 -, 水工学論文集, 第 44 巻, pp187-192, 2000.2