

吸水性織物布設法による砂層内水分分布および蒸発制御 — 第2報 —

正 員 黒川 和男
正 員 村上 哲彦
正 員 笠嶋 文夫
正 員 福原 輝幸

1. はじめに

乾燥地農業、砂漠の緑化は主として農学、土壌学、農業土木工学、土木工学さらには化学工学の分野を中心に研究が進められている。現在、灌漑水の使用量を節約し、砂漠での安定的な水供給を確保するための方法としては、保水剤法、海水淡水化法、地下ダム法等が挙げられる。前報¹⁾で筆者等は同じ吸水性物質でも顆粒ではなく、吸水性織編物（Moisture Absorbent Textile、MAT と名付ける）に着目して、砂層内に MAT を布設する方法（MAT Laying Method、以下では MATLM と呼ぶ）を提案した。

本論文は前報¹⁾に引続き、MAT による砂層中の水分分布の制御および蒸発量の抑制に関して得られた結果を報告するものである。

2. 実験装置および実験方法

蒸発・乾燥実験には6本のアクリル樹脂製のカラム（縦0.1m、横0.1m、高さ0.6m）が用いられる。実験の概要はFig.1のとおりであり、蒸発を促進させるために各カラム上方0.3mの位置に275Wのヒートランプが取り付けられる。地下水位は6本のカラムとも常に地表面下0.4m（ $z = -0.4\text{m}$ ）の位置になるように定水位タンクで制御される。MAT はいずれも毛管帯（ $z = -0.25\text{m}$ ）

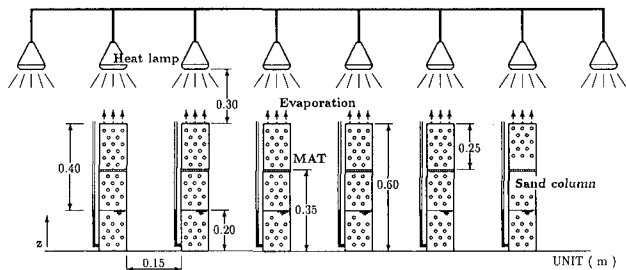


Fig.1 実験装置概要

に布設される。本実験では温度 25℃、相対湿度 50%の人工気象室内で、6本のカラムをヒートランプで照射しながら放置し、一定時間毎に各カラムの蒸発量および水分分布が測定される。なお、蒸発量は電子天秤により、水分分布は中性子水分計により、また通気能はフラジール形試験機によりそれぞれ求められる。

実験は Table.1 に示すような 11 種類の MAT を布設するケースおよび布設しないケースの、合計 12 ケースについて行われた。MAT はいずれも地場の繊維と加工技術を応用して試作した独自の吸水性織編物である。

3. 実験結果および考察

Table.1 には MAT の繊維組成に加え、蒸発抑制に大きく関与する要因と考えられる通気能および吸水能の値が示される。

積算蒸発量 Q_E （単位面積当り）の経時変化を Fig.2 に示す。積算蒸発量は時間の経過とともに直線的に増大しており、蒸発フラックス密度 $M_v(\equiv dQ_E/dt)$ は一定である。図中の実線は MAT を布設しない場合の積算蒸

Table.1 MAT の特性

NO	MAT	Materials + Finishing	Thickness (mm)	Weight per unit area (kg/m^2)	Evaporation mass flux density ($\text{kg/m}^2\text{s}$)	Air volumetric flux density ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$)	Absorbency (l/kg)
1	S-5	Polyester + Absorbent	0.09	0.071	0.619×10^{-6}	6.2	8.4
2	U-3	Nylon + Absorbent	0.41	0.366	0.185×10^{-6}	—	13.0
3	K-1-R	Acetate + Water repellent	0.17	0.093	1.005×10^{-6}	34.1	1.1
4	S-4	Polyester + Absorbent	0.36	0.160	0.179×10^{-6}	429.0	21.0
5	A-1-2	Cotton knit	0.88	0.237	1.580×10^{-6}	172.0	4.5
6	U-G	Nylon + Absorbent	0.70	0.361	0.203×10^{-6}	—	12.9
7	S-3	Polyester + Absorbent	—	—	0.938×10^{-6}	—	—
8	S-6	Polyester + Absorbent	0.43	0.153	0.291×10^{-6}	260.0	13.5
9	FK-2	Polyester & Absorbent tie	0.75	0.310	0.550×10^{-6}	36.2	36.2
10	U-4	Nylon + Absorbent	0.33	0.289	0.173×10^{-6}	—	13.0
11	A-3	Polypropylene + Nonwoven absorbent	2.20	0.798	0.284×10^{-6}	11.9	2.2
12	None	—	—	—	0.660×10^{-6}	—	—

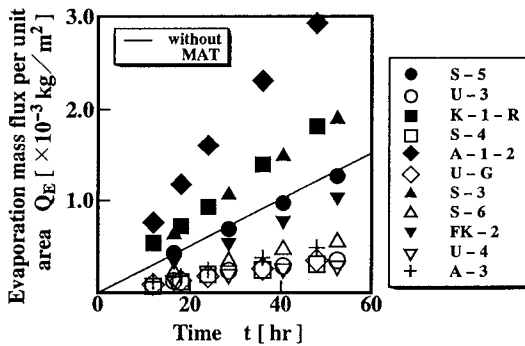


Fig.2 蒸発量経時変化

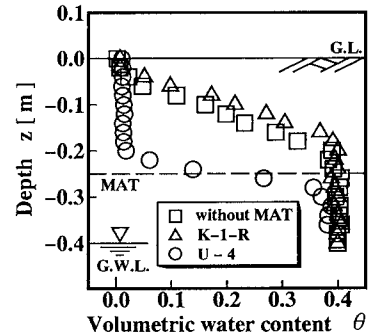


Fig.3 砂層内水分分布

発量 Q_E を表す。積算蒸発量 Q_E は MAT の種類によりかなりの違いが見られ、A-1-2、K-1-R、S-3 については MAT を布設しないケースの Q_E に比べて大きな値を示している。一方、S-5 を除くその他のケースについては、積算蒸発量 Q_E は実線の下側に位置しており、MAT による蒸発の抑制効果が認められる。

次に、蒸発フラックス密度 M_v と水分分布 $\theta(z)$ の関係について述べる。Fig.3 は蒸発フラックス密度 M_v が MAT を布設しない場合に比べて相対的に小さいケース (U-4)、相対的に大きいケース (K-1-R) および MAT を布設しないケースの水分分布を示したものである。前報¹⁾で報告したと同様に、蒸発フラックス密度 M_v が小さいケース (○) では MAT の適度な止水性により、毛管帯での体積含水率 θ は他のケースに比べて小さく、かつ乾燥層は厚くなる。また、蒸発フラックス密度 M_v の大きなケース (△) の体積含水率 θ は MAT を布設しないケース (□) のそれよりも全体的に不飽和域で大きく、K-1-R の MAT は結果的に毛管上昇を促進させている。

最後に、蒸発フラックス密度 M_v と MAT の特性 (通気能 Q_a 、吸水能 A_{bs}) との関係について検討する。

Fig.4 は蒸発フラックス密度 M_v と通気能 Q_a の関係を示したものである。 M_v は MAT を布設しない時の蒸発フラックス密度 M_{vn} で無次元化される。ここでの Q_a は MAT が水を含まない状態での測定値である。粗い網目構造で吸水加工が施されている S-6 (△) および S-4 (□) に関して湿潤による Q_a の減少を考慮すれば、 M_v/M_{vn} と Q_a の間には概ね正の相関が認められる。

Fig.5 は無次元蒸発フラックス密度 M_v/M_{vn} と吸水能 A_{bs} の関係を示したものである。 M_v/M_{vn} は A_{bs} の増大につれて減少傾向にある。ただし、FK-2 (▼) は吸水能は高いが通気能も高いゆえに、蒸発抑制効果が期待したほど現れなかったと考える。また、K-1-R (■) および A-1-2 (◆) は吸水性はあるものの保水性 (MAT 内に水を保持しておく性質) に欠けるために、上述したごとく毛管上昇を促進させ、その結果 M_v/M_{vn} が大きくなったと考えられる。

4. おわりに

以上、MAT の種類を変えることで砂層内の水分分布制御および蒸発抑制が可能となった。今後は MAT を利用して乾燥地農業への展開を図っていきたい。

【参考文献】 1) 福原輝幸・黒川和男・高野保英：吸水性織物布設法による砂層内水分分布および蒸発制御、土木学会第 48 回年次学術講演会概要集，CS 79，pp.34 - 35，1993

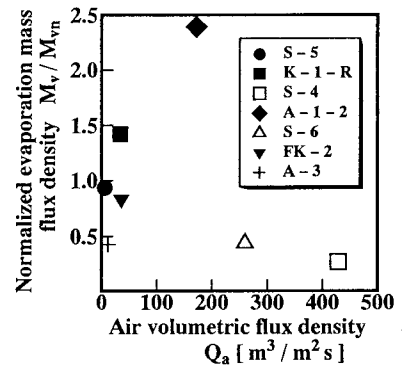


Fig.4 蒸発フラックス密度と通気能の関係

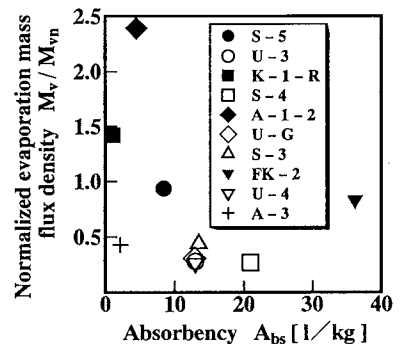


Fig.5 蒸発フラックス密度と吸水能の関係