

矩形トラフを用いた TSS の初期水深が与える造水特性と水蒸気量に関する研究

広島工業大学大学院 学生会員 ○三角 彰
 広島工業大学 正会員 石井 義裕
 福井大学 正会員 福原 輝幸

1. はじめに

発展途上国においては慢性的な水不足，安定した電力供給が難しい．水資源の確保の手段として，軽量で安価で大量生産可能な太陽熱淡水化装置：TSS (Tubular Solar Still) は有効な手段と考えられる．

本研究では山路ら¹⁾の円筒型太陽熱淡水化装置 (TSS) の室内実験における造水慣性についての知見をもとに夏季に屋外実験を行い，造水状態の装置内の水蒸気量と造水特性の関係について検討した．

2. 実験方法

図 1 に示すように矩形トラフを用いた TSS (縦 8cm × 横 10cm × 長さ 50cm) を段ボールで作製した．トラフを黒いポリエチレンフィルムで密着し，針金で円形にしたフレームを作り，フレームの周囲を透明のポリエチレンフィルムでおおった．TSS の中に入れた水が蒸発し，カバーに凝縮した水を装置の下部より回収する．透明のポリエチレンフィルムの透過率は約 97% と造水に関しての影響は少ない．

本研究では矩形 TSS を 3 基使用し，初期水深による造水特性を比較する．表 1 に初期条件を示す．初期水深を水深 1 cm，水深 2 cm，水深 4 cm とし，それぞれを装置 1，装置 2，装置 3 とする．実験には水道水を使用し，水温・装置内気温 (以下，内気温という) ・装置外気温 (以下外気温という) ・湿度・日射量を実験日前夜の 22:00 から翌日 22:00 まで 24 時間計測した．造水量は 9:00 から回収できなくなるまで計測した．実験は 9 回を行い，それぞれを CASE1～CASE9 とする．

3. 実験結果・考察

図 2 に代表的な CASE3 (装置 2) の時間造水量・外気温・内気温・水温・内湿度の経時変化を示す．CASE3 では，総日射量 14.87MJ/m² の熱量が与えられた．各気温は最大で内気温は 12 時に最高気温 67.96℃，水温は 13 時に最高気温 60.08℃を記録し，造水量は，13 時

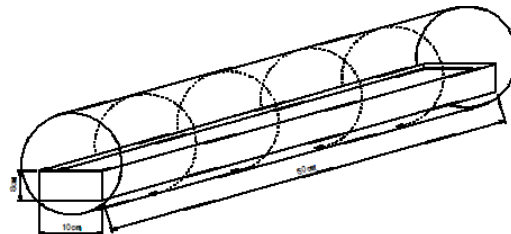


図 1 実験装置概要

表 1 初期条件

| | 初期水深 (cm) | 初期水量 (ℓ) |
|-----|-----------|----------|
| 装置1 | 1.0 | 0.5 |
| 装置2 | 2.0 | 1.0 |
| 装置3 | 4.0 | 2.0 |

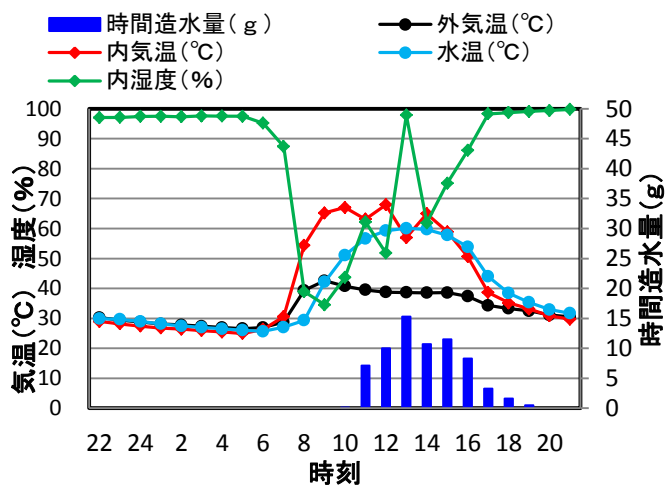


図 2 時間造水量・気温の経時変化 (装置 2)

に 15.3 g で最高値となった．

図 3 に初期水量を基準とした単位体積造水量と日射量の関係を示す．日射量が高いほど各装置で単位体積造水量は上昇傾向にある．

キーワード 矩形 TSS, 太陽熱, 造水, 蒸発, 凝縮

連絡先 〒731-5193 広島市佐伯区三宅 2-1-1 広島工業大学工学系研究科 TEL: 082-921-3121

図4にCASE3の時間造水量と日射量の関係を示す。日の出(午前5時)から日射量が増加し、4~5時間後に造水が始まる。初期時間造水量は水深の浅い装置1(水深1cm)が1番多く、時間造水量のピークを向かえる時間も早い。一方、装置3(水深4cm)は、日射量が下降した後に多く造水している。

造水状態の装置内では蒸発と凝縮が同時に行われていると考えられる。造水時の装置内の蒸発および凝縮は水温や内気温の変動が関係しているため、装置内の水温と内気温に着目する。図5に水温の経時変化を示す。各装置の水温は日射量が増加している時間は $T_1 > T_2 > T_3$ となり、下降し始めると $T_1 < T_2 < T_3$ となる。日射量が増加している間は水深が浅いほど水温が上昇しやすく、日射量が減少している間は水深の深いものほど冷めにくく、変化のパターンは造水量と同様の傾向を示した。

図6に内気温より導いた装置内水蒸気密度の経時変化を示す。太陽の日射によって装置内の水蒸気量は上昇する。日射量が最大になるまでは水深が浅い方が水蒸気量は多く日射量の下降時また、日没後にかけては水深が最も深い装置3の水蒸気量が多い。日射量が下降しても水温や水蒸気量が多く保たれているため、日没後も装置3は造水時間が長いと考えられる。

4. 結論

- (1)装置の内気温・水温および水蒸気量が造水性能に影響を及ぼしている。
- (2)日射が増加している場合では、水深が浅いものほど造水効果が高い。水温・内気温の上昇により水面より蒸発する水蒸気量が増加し凝縮されることで造水していると考えられる。
- (3)日射が減少または、日没後では、水深が深いものほど造水時間が長く、造水効果の期待が持てる。水深の影響により温められた水温・内気温が冷めにくく空気中の水蒸気量も低下しにくいため、日射がなくても造水していると考えられる。

参考文献

1)山路昂央・寺崎寛章・福原輝幸・石井義裕：円筒型太陽熱淡水化装置(TSS)の造水慣性,土木学会論文集B1(水工学 Vol.69,No.4,1_1441-1_1446,2013.)

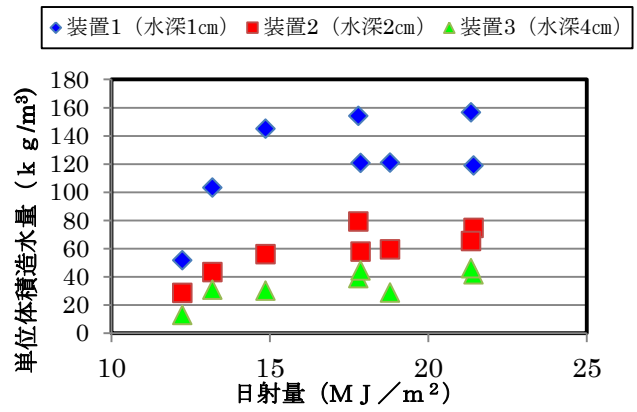


図3 単位体積造水量と日射量の関係

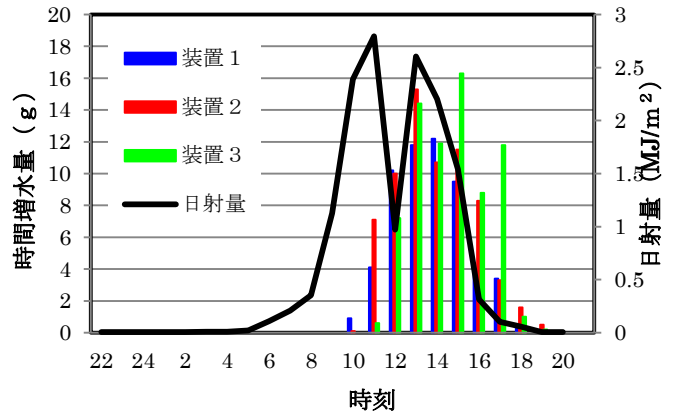


図4 時間造水量と日射量の経時変化

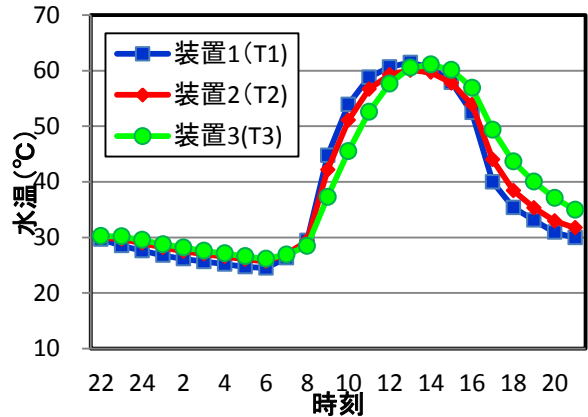


図5 水温の経時変化

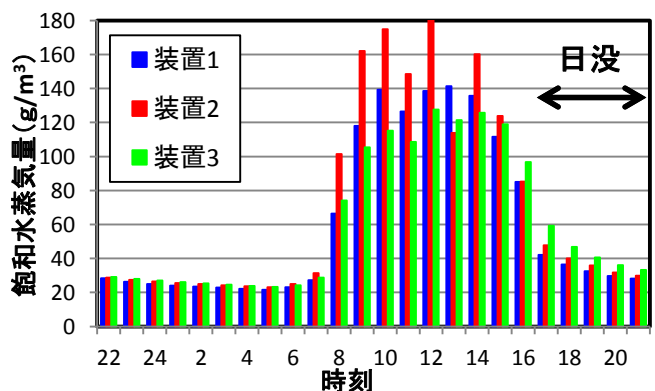


図6 水蒸気量の経時変化