

アラブ首長国連邦における円筒型太陽熱淡水化装置(TSS)の造水性能評価

福井大学大学院	研究員	正会員	○寺崎寛章
福井大学大学院	大学院生	非会員	山路昂央
福井大学大学院	大学院生	学生会員	草間政寛
福井大学大学院	教授	正会員	福原輝幸

1. はじめに

21世紀は「水の世紀」という言葉で代表されるように、水不足、水質汚染および水紛争などの水問題が顕在化している。とりわけ、バングラデシュは砒素汚染や海水侵入によって、安全な飲料水の確保が難しく、その対策は急務かつ必須である。

太陽熱淡水化は、多段フラッシュ法や逆浸透膜法などの方法とは違って、電力を使わずに造水することができ、装置の製作が容易かつ維持・管理コストが安価である。また、装置は軽量で持ち運びが容易なことから、設置場所に対する自由度が高く、水運びの時間および距離を短縮できる。

筆者らは、この太陽熱淡水化に着目し、図-1に示すTSS(Tubular Solar Still: 円筒型太陽熱淡水化装置)¹⁾を開発し、その性能を評価している。今後のTSSの効果的な通年利用を図るためには、TSSの造水性能の季節変化を調べることが望まれている。

そこで本研究では、アラブ首長国連邦(U.A.E)のRas Al Khaimah 首長国(R.A.K)において、夏期におけるTSSの野外造水実験を行ったので、その結果を報告する。

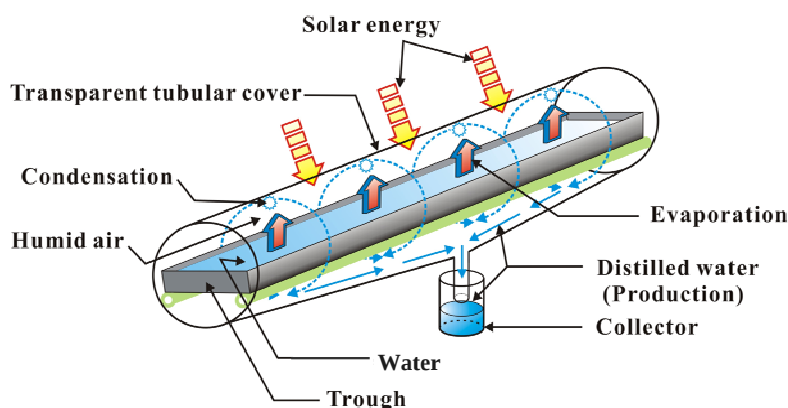


図-1 円筒型太陽熱淡水化装置(TSS)概要

2. 野外造水実験概要

本実験は、R.A.KにあるHamuraniyah農業試験場において、2010年7月26日～8月17日に亘って実施された。実験では、TSS、集水器(蒸留水を集める容器)、架台、温湿度センサー、熱電対、データロガーおよび気象観測装置(短波放射計、長波放射計および風速計)を用いて行われた(図-2を参照)。

TSSの製作ではまず、紙製段ボールに黒ポリエチレンシートを覆ったトラフ(深さ:0.05m、横幅:0.1m、長さ:0.5m)および園芸用支柱と鉄線でTSSの骨格を作製した。その後、透明な塩ビシートで装置全体を覆い、接合部を圧着してTSS(直径:0.2m、長さ:0.6m、重量:0.5kg)を完成させた。

次に、実験手順について述べる。トラフ内に所定の淡水(0.5kg、1.0kgおよび2.0kg)を投入し、TSSを架台に載せ、蒸留水を集水器に重力排水させるようにして、深夜0:00から実験を開始した。

なお、造水量は1時間毎に最小読み0.01gの重量計を用いて、集水器の重量増分から求めた。同時に、湿り空気(TSS内空気)の温度および湿度は温湿度センサーにより、トラフ内水温およびTSSの上部カバー温度は熱電対により、それぞれ5分毎に自動計測した。

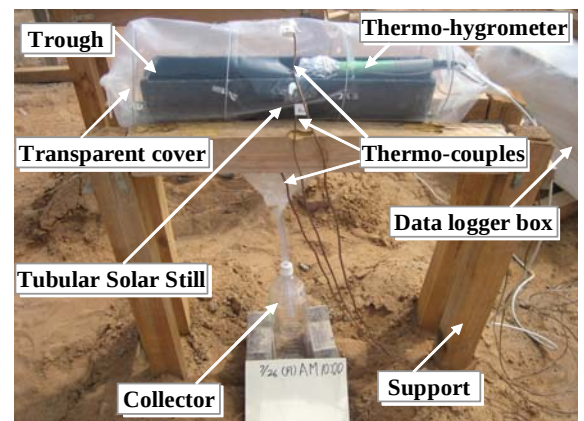


図-2 野外造水実験概要

キーワード：太陽熱淡水化，TSS，野外造水試験，時間造水量，蒸留水

連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

3. 実験結果

図-3 は、実験期間中の代表的な一日(8月1日)の外気の温度 T_a および相対湿度 RH_a 、トラフ内水温 T_w 、TSS カバー温度 T_c 、湿り空気温度 T_{ha} および相対湿度 RH_{ha} をそれぞれ示す。日中 13:30 に、 T_a は約 54°C で最高となり、 RH_a は約 8% で最低となった。また同時刻において、 T_{ha} 、 T_w 、 T_c の順に温度は高く、 T_{ha} は T_a よりも約 26°C 高くなった。一方、夜間 19:00 から早朝 7:00 の間の T_a 、 T_{ha} 、 T_c および T_w にそれぞれ大きな温度差は見られなかった。なお、図中には記載しないが、蒸発の駆動力であるトラフ水面と TSS 内の水蒸気密度差 $\Delta \rho_v$ は 13:30 に最大となった。

図-4 は、8月1日に 2.0kg の淡水を投入した際の時間造水量 M_{ph} (=造水量/トラフ内の水表面積, kg/m²hr) および積算造水量 ΣM_{ph} (kg/m²) の経時変化を示す。9:00 に造水が見られ、 $\Delta \rho_v$ が最大であった 13:00 に M_{ph} は 1.05kg/m²hr で最高となった。その後、 M_{ph} は緩やかに低下した。また、日造水量の 96% が 9:00 から 19:00 に集中し、日没(19:00)後は 4% に留まった。

図-5 は、日造水量 M_{pd} (kg/m²day) と日積算日射量 R_{sd} (MJ/m²day) の関係を示す。なお、図-5 には 2007 年、2008 年の 7 月および 9 月に、オマーン(マスカット)および日本(福井)で得られた実験データを併せて示す。図-5 より明らかなように、データにバラツキはあるものの M_{pd} は R_{sd} の増加に伴い線形的に増大し、式(1)のように表される。

$$M_{pd} = 0.24R_{sd} - 0.73 \quad (1)$$

なお、本実験で得られた M_{pd} の平均値は 5.5kg/m²day であった。

4. おわりに

本研究では、TSS の基本造水性能を調べるために、アラブ首長国連邦(U.A.E)において野外実験を行った。

その結果、TSS は日中 9:00 に造水が見られ、18:00 までの間に日造水量の 96% が回収された。また、日造水量と日積算日射量は線形関係であり、夏期においては平均 5.5kg/m²day の造水が可能であることが分かった。

謝辞

本研究は、平成22年度 公益信託エスベック地球環境研究・技術基金の助成(代表:寺崎寛章)を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

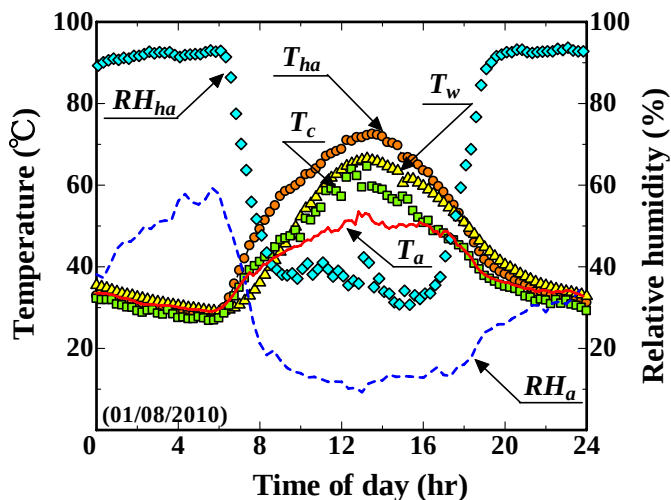


図-3 外気の温度および相対湿度、トラフ内水温、TSS カバー温度、湿り空気温度および相対湿度

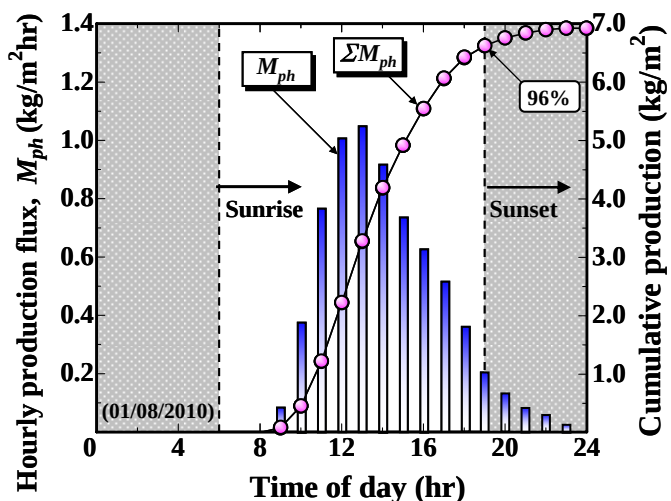


図-4 時間造水量および積算造水量の経時変化

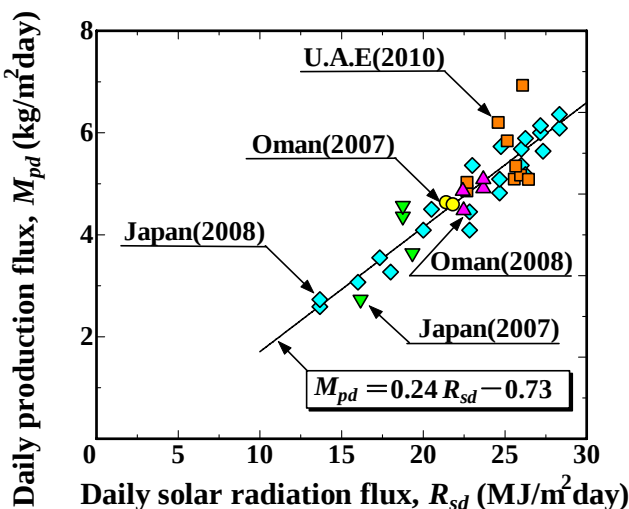


図-5 日積算日射量と日造水量の関係

参考文献

- 1) Amimul A. and Fukuhara T. : Mass and heat transfer model of tubular solar still, Solar energy, Vol. 84, pp.1147-1156, 2010.