

福井大学大学院 大学院生 学生会員 ○山路昂央
 福井大学 研究員 正会員 寺崎寛章
 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

近年、世界的に深刻化している環境問題の一つに飲料水不足が挙げられる。絶対的に水資源が不足する国のみならず、安全な飲料水の確保が困難な発展途上国や貧困国も数多く、不衛生な水の飲用を余儀なくされている。世界保健機構(WHO)の調査によると、不衛生な水の利用が疾病原因の80%を占めており、年間170万人が命を落としている¹⁾。

現在、中東を中心に逆浸透膜法や多段フラッシュ法等による海水の淡水化が盛んに行われている。しかし、これらの淡水化装置は大量のエネルギーを消費するため、電力供給事情の悪い国では適応し難い。

筆者らは、図-1に示す円筒型太陽熱淡水化装置(Tubular Solar Still, TSS)を提案し、造水性能を評価している。今後、TSSの利用を考えれば、今まで以上の造水性能の向上が重要となる。その一つとして、筆者らは図-2に示すように、従来のTSS(nTSSと呼称)のカバー下半分にアルミホイルを貼り付けることにより太陽光をトラフに集めるような新しいTSS(aTSSと呼称)を作製した。

そこで本研究では、アラブ首長国連邦(UAE)のRas Al Khaimah 首長国(RAK)において、aTSSを用いた野外造水実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 野外造水実験概要

野外造水実験は、RAKにあるHamuraniyah農業試験場において、2010年8月1日から8月17日に亘って実施された。実験はTSS、集水器、架台、熱電対、温湿度センサー、データロガーおよび気象観測装置(短波放射計、長波放射計および三杯式風速計)を用いて行われた。

nTSS(長さ:0.6m、直径:0.2m)は、透明な塩化ビニールシート、段ボールに黒ポリエチレンシートを貼付け加工した矩形トラフ(内法:0.5×0.1m、高さ:0.08m)、園芸用支柱(長さ:0.6m、φ:0.01m)および鉄線を用いて作製した。測定は気象条件に加えて、野外環境における両TSS内の温度、湿度および造水量を定時毎に測定した。

次に、実験手順について述べる。まず初期水深 H_w (m)が0.04mとなるように、淡水を供給したトラフをTSS内に設置した。その後、TSSの両端を密閉し、両TSSとも同時に深夜0:00から実験を開始した。造水量は1時間毎に最小読み0.01gの重量計(Mettler Toledo製)を用いて、集水器の質量増分より求めた。TSS内湿り空気温度および相対湿度は温湿度センサー(Vaisala製)により、トラフ内水温およびTSS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。

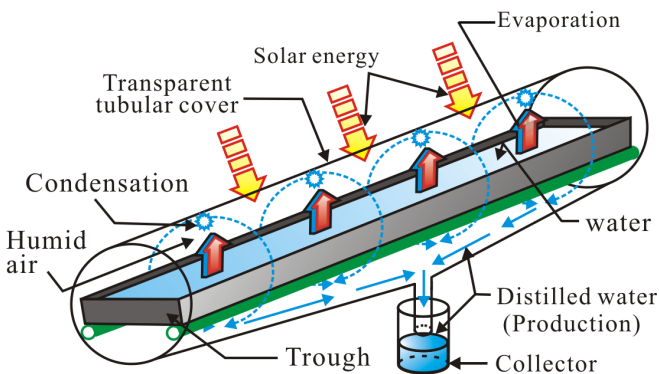


図-1 円筒型太陽熱淡水化装置(TSS)概要

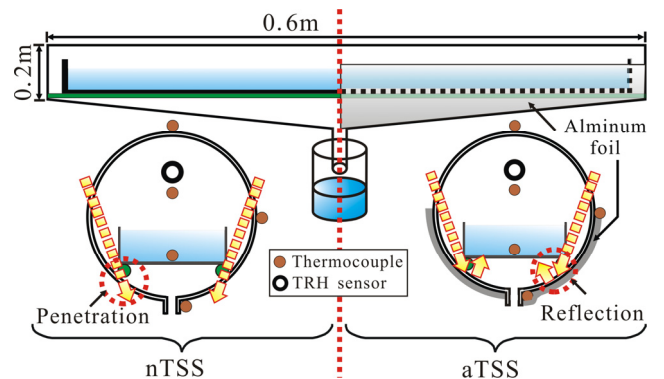


図-2 従来のTSSと新しいTSSの違い

3. 実験結果

図-3 は代表的な 1 日 (8 月 1 日) の外気温 T_a (°C) と短波日射量 R_s (W/m²) の経時変化をそれぞれ示す。日の出時刻はおよそ 6:00 であり, 日の入り時刻はおよそ 19:00 であった。 R_s は 13:00 に最大となり, その値は 950W/m² であった。 また, T_a は深夜 0:00 から日の出前にかけて低下し, 5:30 に日最低 26°C となった。その後, T_a は R_s の上昇に伴い増加し, 13:30 に日最高 54°C に達した後, 緩やかに低下した。

なお, これ以降, 上添字の a は aTSS を, n は nTSS を意味する。

図-4 は過去の UAE データとの比較を目的として, 従来の日積算日射量 R_{sd} と nTSS の日造水量 M_{pd}^n の関係に, 今回の結果 (○印) を加えたものを示す。今回得られた nTSS の造水性能は, 従来の nTSS と差がないことが知れる。なお, M_{pd}^n 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。

$$M_{pd}^n = 0.36R_{sd} - 2.32 \quad (1)$$

これより以下において, aTSS と nTSS の造水性能を比較する。

図-5 は両 TSS の時間造水量 M_{ph} (kg/m²/hr) および積算造水量 ΣM_{ph} (kg/m²) の経時変化を示す。 M_{ph}^a および M_{ph}^n は日の出から約 3 時間後の計測から造水が観られ, 時間経過とともに急激に増大した。また 12:00 から 13:00 の間で, M_{ph}^a と M_{ph}^n はそれぞれ最大値 0.98 および 1.03kg/m²/hr になり, M_{ph}^a は M_{ph}^n より 5% 小さい。また aTSS の日造水量 M_{pd}^a と M_{pd}^n (24 時間経過後 (24:00) の ΣM_{ph}^a および ΣM_{ph}^n) はそれぞれ 5.98 および 6.80kg/m²/day となり, M_{pd}^a は M_{pd}^n より 12% 小さい。

なお, 本実験期間における M_{pd}^a と M_{pd}^n の平均値は, それぞれ 5.4 および 5.8kg/m²/day であり, M_{pd}^a は M_{pd}^n より 6.9% 小さくなった。

4. おわりに

本研究では, 円筒型太陽熱淡水化装置のカバー下半分に貼り付けたアルミホイルにより太陽光をトラップに集めることを目的として野外造水実験を行った。その結果, 予想に反して日造水量は従来より 6.9% 小さくなった。今後, 得られた実験結果の分析および新たな室内実験により原因の解明に努めたい。

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

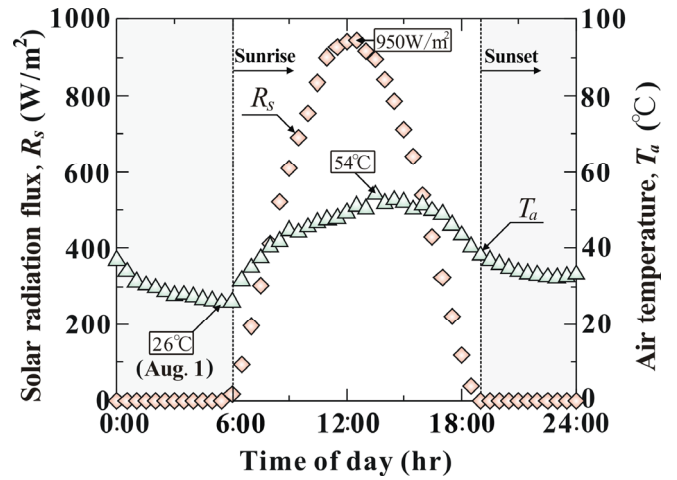


図-3 外気温と日射量の経時変化

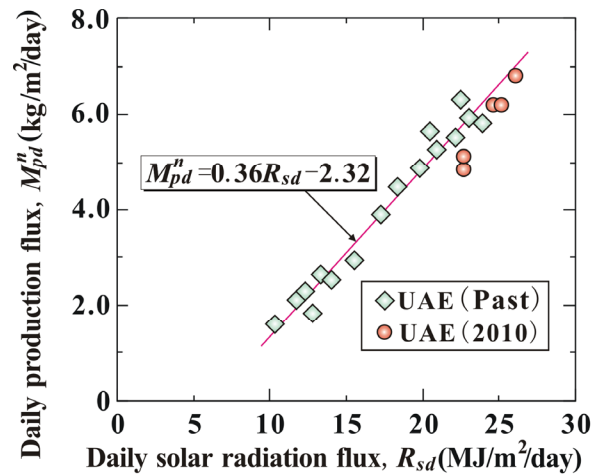


図-4 日積算日射量と日造水量の関係

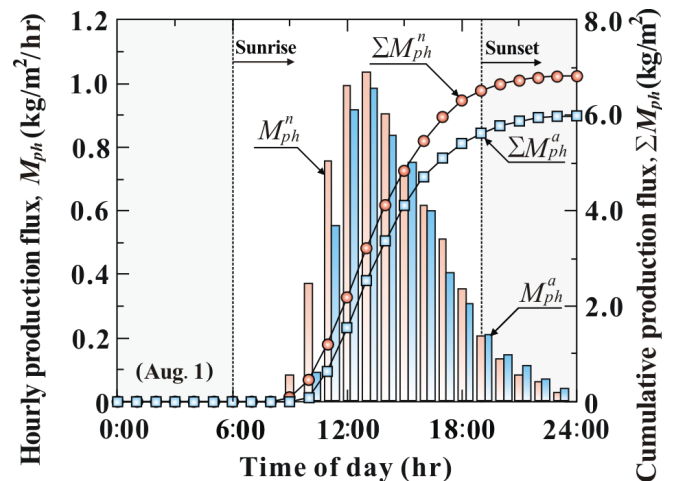


図-5 時間造水量および積算造水量の経時変化

われた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) ロビン・クラーク: 水の世界地図, 沖大幹, 沖明訳, 丸善株式会社, pp. 49, 2006.
- 2) Amimul A. and Fukuhara T.: Mass and heat transfer model of tubular solar still, Solar energy, Vol. 84, pp. 1147-1156, 2010.