

アラブ首長国連邦における筒型太陽熱淡水化装置の造水能力実験

日揮（株） 正会員 浅野 文郎*
 福井大学工学部 正会員 福原 輝幸**
 福井大学工学部 永井 二郎***

1. はじめに

現在までに、塩性化した地下水を淡水に変える様々な方法が研究されている。実用化している多段フラッシュ法や逆浸透膜法などは、大規模装置による淡水の大量生産が可能であり、海岸に近い場所に適した方法である。逆に、塩分濃度の高い地下水を有する乾燥内陸地域に適した淡水化技術は、殆ど確立されていないのが現状である。また、化石燃料をエネルギーとする方法では、資源の有限性とプラントから放出される大気汚染物質を考慮する必要がある。

そこで筆者らは、構造が単純で太陽エネルギーのみを用いて淡水を得ることができる太陽熱淡水化装置に着目し、従来の水盤型に代わって、Fig. 1 に示すような維持管理が容易な筒型太陽熱淡水化装置（Tubular Solar Still：以下 TSS と呼称）を設計した。

本研究では、TSS の造水能力の把握と造水メカニズムの解明を目的とし、アラブ首長国連邦（以下、UAE と略記）において野外実験を行った。以下にその実験結果を報告する。

2. 実験装置および実験方法

実験は UAE の Ras Al Khaimah 首長国、Hamraniyah の農場内で、2002 年 9 月から約 3 ヶ月間行われた。TSS

の円筒カバーは、厚さ 0.5mm の透明塩化ビニールシートおよび PVC ボトルで構成され、長さ 1.06m、外径 0.134m である。円筒カバー内側には凝縮した水が速やかに回収されるように水滴防止剤を塗布する。また塩水を溜める樋は長さ 1m、内径 0.1m である。

野外実験の概要を Fig. 2 に示す。実験装置は 30 基の TSS、3 つの塩水給水タンク、6 つの淡水回収タンクおよび気象観測装置として、温・湿度センサー（VISALA 製）、全天日射計、赤外放射計（ともに、英弘精機製）および風速計（牧野応用測器研究所製）から成る。

塩水、TSS 内湿潤空気（湿り空気）および円筒カバー内側表面温度等を計測するため、22ヶ所に熱電対が 1 基の TSS に取り付けられた。湿り空気の湿度は、温・湿度センサー（VISALA 製）で測定された。すべてのサンプリング時間は 30 分である。日造水量は、毎朝 7:30 に 0.1g 読みの電子天秤（METTLER TOLEDO 製）を用いて測定され、その後、樋内の塩水が 1.5kg になるように原水を補給する。原水は、地表面下約 90~150m から汲み上げられる地下水（塩分濃度は約 2000ppm）である。また実験期間中の任意の日において、9:00~20:00 に亘り 1 時間毎に造水量（時間造水量）が

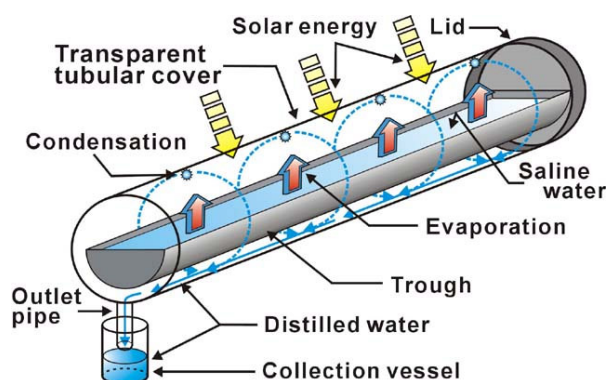


Fig. 1 筒型太陽熱淡水化装置（TSS）

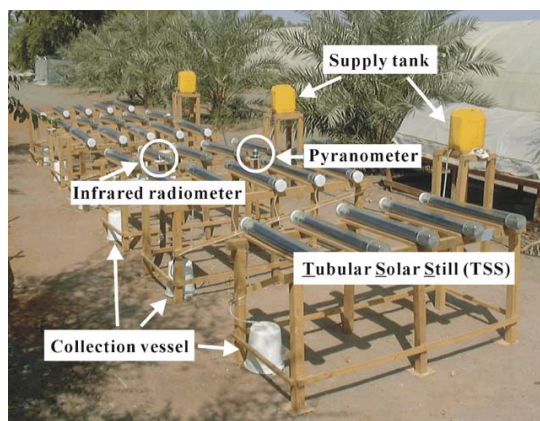


Fig. 2 実験概要（UAE）

キーワード：太陽熱淡水化、太陽エネルギー、水不足、湿り空気、水蒸気密度

*	〒220-6001	神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-3-1	TEL 045-682-1111	FAX 045-682-1112
**	〒910-8507	福井県福井市文京 3-9-1	TEL 0776-23-0500 (4417)	FAX 0776-27-8746
***	〒910-8507	福井県福井市文京 3-9-1	TEL 0776-23-0500 (4126)	FAX 0776-27-8537

計測された。

3. 実験結果

今回は紙面の都合上、2002年9月の結果のみについて考察する。

Fig. 3 に代表的な TSS の塩水温度 T_w 、湿り空気温度 T_{ha} および円筒カバー内側温度 T_{ci} の日変化、および湿り空気湿度 RH_{ha} の日変化を示す（2002年9月2日）。 T_{ci} は円筒カバー内側の周囲5箇所における平均値である。各温度は、日の出の6:30頃から急速に上昇し、12:00~13:00頃に最大に達する。それぞれの最大値は、湿り空気 75.7°C 、塩水で 69.8°C および円筒カバー内側で 65.7°C である。したがって淡水が得られるほとんどの時間（9:30~16:00）において、「 $T_{ha} > T_w > T_{ci}$ 」が成り立つ。

日の出直後の T_{ha} の上昇に伴い、 RH_{ha} は急激に低下し、日中は約70%を推移する。その後 RH_{ha} は16:00頃から上昇し、夜間は飽和状態となる。こうした日変化は、2001年に同実験地において行われた実験結果と同じであった¹⁾。

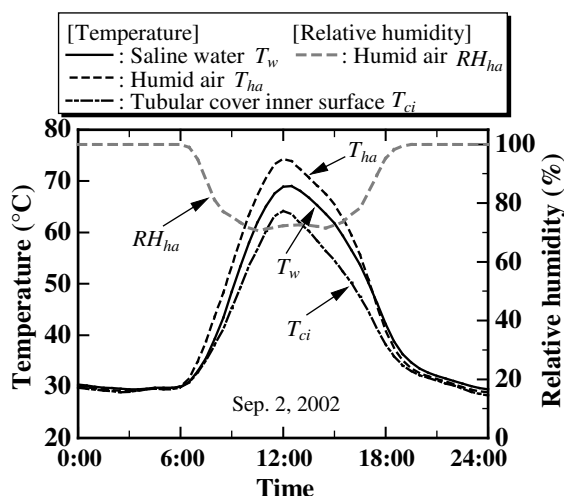


Fig. 3 塩水、湿り空気、パイプ内側の温度、湿り空気湿度の日変化

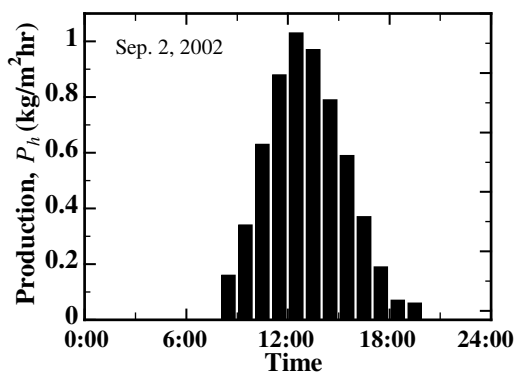


Fig. 4 時間造水量の日変化

Fig. 4 に同日における、単位蒸発面積当たりの時間造水量 P_h の日変化を示す。 P_h は9:00より急速に増加し、最大値は13:00~14:00頃に現れ、 $1.03 \text{ kg/m}^2\text{hr}$ となる。造水量は午前より午後で多い。また日射がなくなった夜間でも、20:00頃までは淡水が得られる。結局2002年9月の平均日造水量は、単位蒸発面積当たり約 $5.2 \text{ kg/m}^2\text{day}$ であった。

Fig. 5 に同日における、水面水蒸気密度 ρ_{vw} 、湿り空気水蒸気密度 ρ_{vha} および円筒カバー内側の飽和水蒸気密度 ρ_{vci} の日変化を示す。それぞれの水蒸気密度は T_w 、 T_{ha} 、 T_{ci} および RH_{ha} から計算される。 T_{ha} が T_w よりも高い時間でも、「 $\rho_{vw} > \rho_{vha} > \rho_{vci}$ 」が成立する。これは日中の RH_{ha} が100%でないことに起因する。「 $\rho_{vw} > \rho_{vha} > \rho_{vci}$ 」の関係より、TSS内では蒸発および凝縮が同時に起こっていることが分かる。また日射がなくなった夜間でも、20:00頃までは蒸発および凝縮が存続する。

4. おわりに

2002年アラブ首長国連邦における筒型太陽熱淡水化装置（TSS）の造水性能試験より、以下の結論を得た。

(1) 9:00~20:00において、円筒カバー内空気（湿り空気）温度の方が塩水温度よりも高いが、水蒸気密度は水面水蒸気密度、湿り空気水蒸気密度、パイプ内側飽和水蒸気密度の順に小さくなる。

(2) 2002年9月におけるTSSの平均日造水量は、単位蒸発面積当たり約 $5.2 \text{ kg/m}^2\text{day}$ である。

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) 浅野文郎、福原輝幸、永井二郎：アラブ首長国連邦における筒型太陽熱淡水化装置の造水能力実験，土木学会年次学術講演会，2002

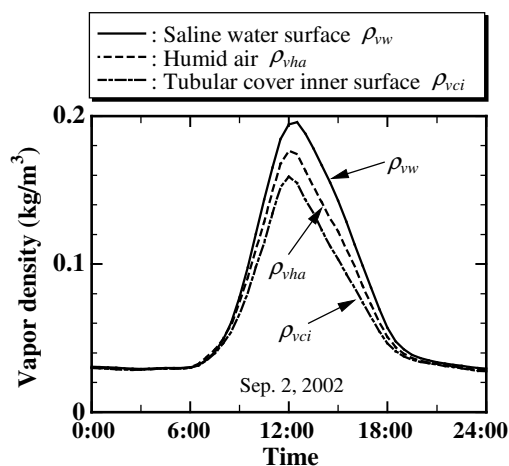


Fig. 5 水蒸気密度の日変化