

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

福井大学大学院

学生員

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、海水や塩分を含んだ地下水を淡水に変える様々な方法が、研究されてきている。実用化している多段フラッシュ法や逆浸透法などは、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。そのため、塩分濃度の高い地下水を有する乾燥内陸地域では、殆ど普及し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、そ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、従来の水盤型に替わって、維持管理が容易な筒型太陽熱淡水化装置（Tubular Solar Distillation：以下 TSD と呼称）を設計した。

本研究では、TSD 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、U.A.E.と略記）において野外実験を行った。以下では、その実験結果を報告する。

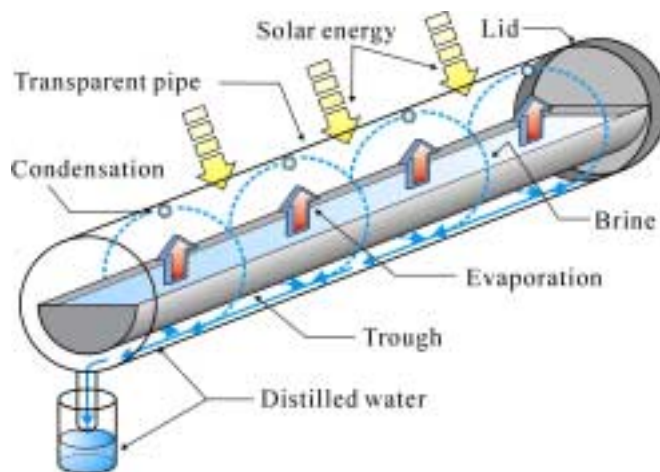


Fig. 1 筒型太陽熱淡水化装置（TSD）

2. 筒型太陽熱淡水化装置（TSD）の原理

TSD の原理を Fig.1 に示す。TSD は、透明な円形パイプとその中に設置された半円形な樋から成る。淡水が得られる原理は、まず樋の中にある塩水が、太陽エネルギーによって温められ、蒸発する。そして、その水蒸気がパイプ内側で凝縮し、この凝縮水はパイプの内壁を伝って流下し、抽出口からボトルに回収される。

3. 実験装置および実験方法

実験は、U.A.E.の Ras Al Khaimah 首長国、Hamraniyah の農場内で、2001 年 10 月下旬から約 2 ヶ月間行われる。TSD は、厚さ 0.5mm の透明塩化ビニールシートおよび PVC ボトルから構成され、全長 1.06m、外径 0.134m である。また樋の長さは 1.00m、内径は 0.100m である。塩水、パイプ内空気（湿り空気）およびパイプ内側の温度を計測するために、熱電対が TSD 内に取り付けられる。また、湿り空気の湿度は、温・湿度センサー（VISALA 製）で測定される。

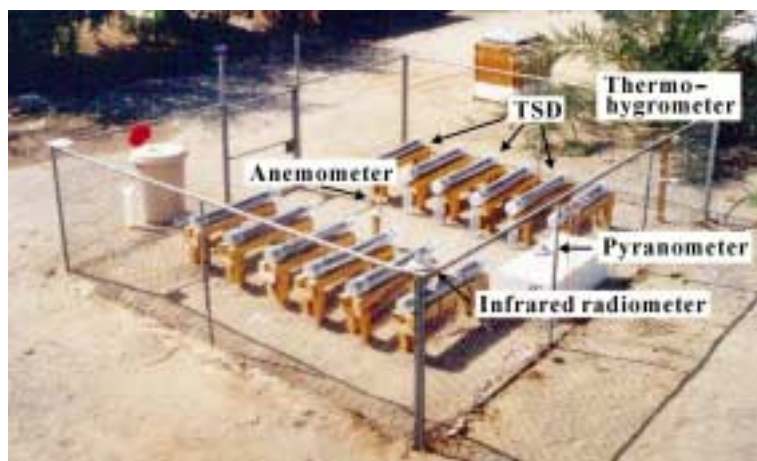


Fig. 2 実験概要

野外実験の概要を Fig.2 に示す。実験装置は 12 本の TSD および気象観測装置として、2 個の温・湿度センサー（TESTO TERM 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。風速を除くすべてのデータは、30 分毎に計測され、風速は 1 時間毎に計測される。1 日の造水量は、毎朝 7:30 に電子天秤（METTLER TOLEDO 製）

キーワード：太陽熱淡水化、太陽エネルギー、湿り空気、蒸発、凝縮

* 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1 TEL 0776-23-0500 (2809) FAX 0776-27-8746

** 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1 TEL 0776-23-0500 (2763) FAX 0776-27-8537

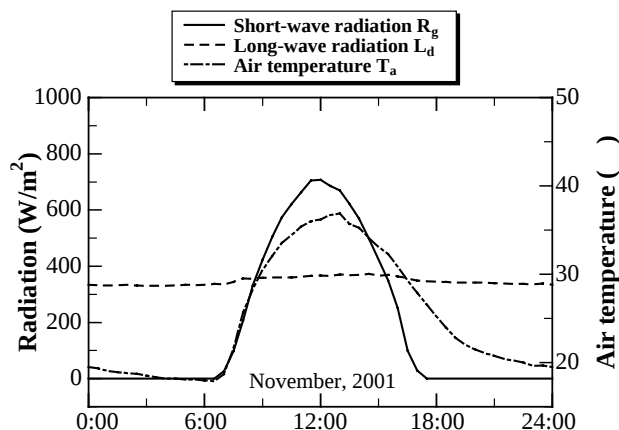


Fig. 3 日射量，長波放射量および風速の月平均日変化

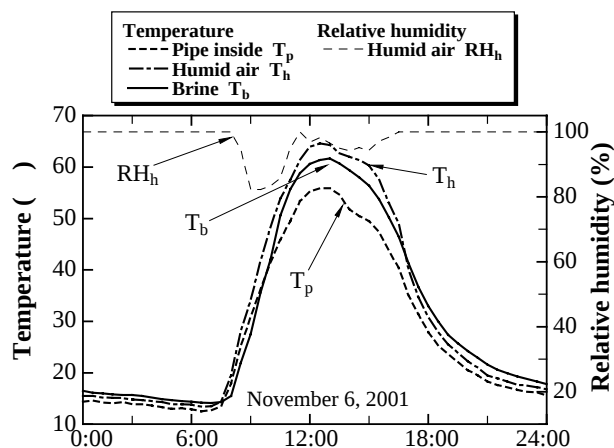


Fig. 4 塩水，湿り空気およびパイプ内側の温度，また湿り空気の湿度の日変化

を用いて測定され，その後，樋内の塩水が 1.5l に達するまで原水を補給する．この実験で使用された原水は，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 時間毎の造水量（時間造水量）が測定される．

4. 実験結果

今回は紙面の都合上，11 月の結果について考察する．

Fig. 3 に日射量 R_g ，長波放射量 L_d および気温 T_a の月平均日変化を示す． R_g は正弦曲線的に変化しており，正午に最大となり，その値は，約 700 W/m^2 に達する． L_d は $330 \sim 370 \text{ W/m}^2$ 程度であり，日変化はほとんど観られない． T_a の最高値は，13:00 頃に現れ，その値は 36.9 である．最低値は日の出頃（6:30 頃）に現れ，18.0 となる．

Fig. 4 に代表的な TSD 内の塩水 T_b ，湿り空気 T_h およびパイプ内側 T_p の温度の日変化，および湿り空気の湿度 RH_h の日変化を示す（2001 年 11 月 6 日）．各温度は，日射量の増加に伴い 7:00 頃から急速に高くなり，13:00 頃に最大に達する．それぞれの最大値は，湿り空気 64.6，塩水 61.7 およびパイプ内側 56.0 である．また淡水が得られるほとんどの時間（9:30~16:00）において，「 $T_h > T_b > T_p$ 」が成り立つが，13:00 以降，湿り空気の温度が低下しやすくなり，夕方（16:30）からは，「 $T_b > T_h > T_p$ 」となる． RH_h は， T_h の急激な増加により，8:00 頃に 100% から少し下がった後，16:00 頃まで 90~100% となる．その後，湿り空気は再び飽和状態を保つ．

Fig. 5 に同日における，時間造水量 P_h の日変化を示す． P_h は，測定開始より急速に増加し，その最大値は 13:00~14:00 頃に現れ， 0.067 l/hour となり，蒸発面積当たり $0.79 \text{ l/m}^2/\text{hour}$ となる．造水量は，午前中より午後の方が多し．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．これは日中に蒸発した水蒸気が，夜間の温度低下によってパイプ内側に凝縮し流下したためと考えられる．結局，11 月における平均日造水量は，約 $3.8 \text{ l/m}^2/\text{day}$ となる．

5. おわりに

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

- (1) 9:30~16:00 において，パイプ内空気（湿り空気）温度が塩水温度よりも高く，パイプ内側温度が最も低い．
- (2) 2001 年 11 月における，TSD の平均日造水量は，蒸発面積当たり約 $3.8 \text{ l/m}^2/\text{day}$ 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．

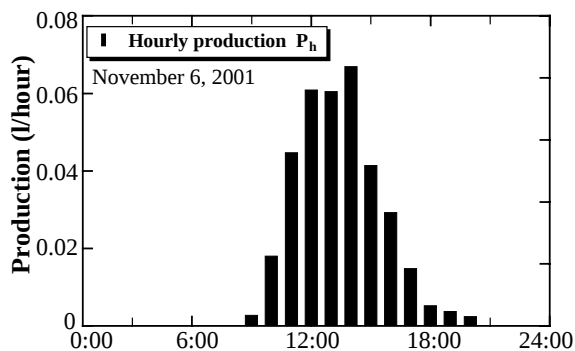


Fig. 5 時間造水量の日変化