

矩形 TSS の時間造水量に与える初期水深の影響に関する研究

広島工業大学大学院 学生会員 ○三角 彰
株式会社竹中土木 非会員 川本秀成
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. 研究目的

バングラディッシュ南部の遠隔地では安心安全な飲料水を安定して確保することが難しく、水環境が慢性的な社会問題となっている。インフラが未整備で電気も届いていないような地域では、最先端の淡水化技術を用いることは不可能なため、現地では作製が安易で安価な淡水化装置が求められている。本研究では福原ら¹⁾が開発した矩形トラフを用いた TSS (Tubular Solar Still:以下、矩形 TSS) を応用し屋外と屋内実験により、初期水深が造水特性に与える影響について検討した。

2. 実験概要

図1に示す矩形TSS(縦8cm×横10cm×長さ50cm)を段ボールで作製した。段ボールで作製した矩形内のトラフに TSS 黒いポリエチレンフィルムを密着し、針金のフレームをつけた。さらに、フレームの周囲をカバー(透明のポリエチレンフィルム)でおおう。本研究では矩形トラフを用いた TSS で造水実験を屋外と屋内で行った。

屋外実験は、矩形 TSS を3基使用した。実験は3回行い、それぞれを CASE1~CASE3 とする。初期水深を水深1cm、水深2cm、水深4cm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。

屋内実験では造水量は実験日当日の9時から1時間ごとに計測し計測できなくなるまで水の回収を行う。なお実験で使用した水は全て水道水である。屋内実験

は TSS を1機使用し、太陽の代わりにライト (LPL

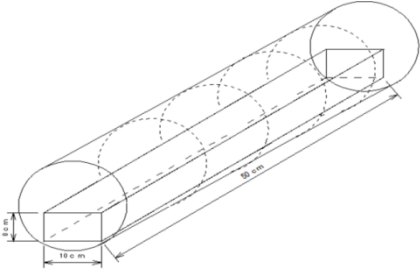


図1 矩形型太陽熱淡水化装置

, 600W) を2個使用した。ライトは地上高65cmとし屋外実験と比較するためライト点灯時間を8時間都市、消灯後造水出来なくなるまで行う。なお初期条件は屋外実験と同じである。

3. 実験結果と考察

表1に表1 屋外と屋内実験結果を示す。各 CASE の総造水量と CASE1 を基準とした、各 CASE の造水量比を図2に示す。屋外では各装置の最大総造水量は CASE3 で装置1(水深1cm)、装置2(水深2cm)、装置3(水深4cm)の順に大きくなり水深が深いほど総造水量は大きくなる。装置3の総造水量は装置1の1.25倍となる。屋内では装置1、装置2、装置3の順に総造水量は大きくなる。装置3の総造水量は装置1の0.88倍となる。総日射量が大きくなると総造水量で装置1が装置3を上回り一番大きくなる。

表1 屋外と屋内実験結果

屋外実験	装置(水深)	1(1cm)	2(2cm)	3(4cm)
	初期水量(L)	0.5	1	2
	総日射量(MJ/m ²)	総造水量(g)		
CASE1	10.62	29.6	36.5	42.5
CASE2	11.74	37.8	47.7	56.5
CASE3	14.99	59.1	61.0	74.0
屋内実験	25.31	121.0	99.4	105.9

キーワード 矩形 TSS, 造水量, 初期水深

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

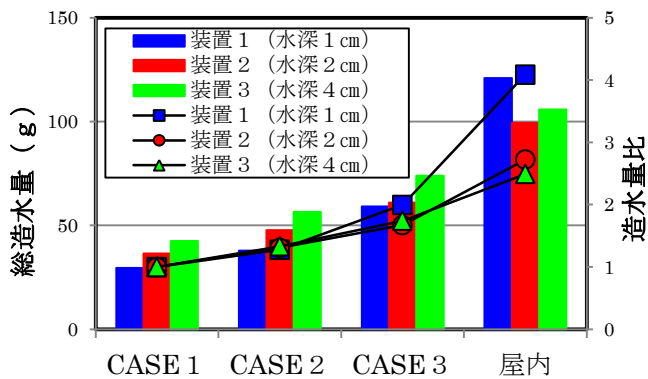


図2 総造水量と造水量の比

図3に累積日射量と累積単位体積造水量の関係を示す。水深ごとに全てのケースのデータの累積日射量と累積単位体積造水量に近似曲線を加えた。近似曲線を見ると、累積日射量が約4MJ/m²で各装置とも造水が始める。また累積日射量が大きくなると総単位体積造水量は総造水量の時とは逆に水深が浅いほど大きくなる。

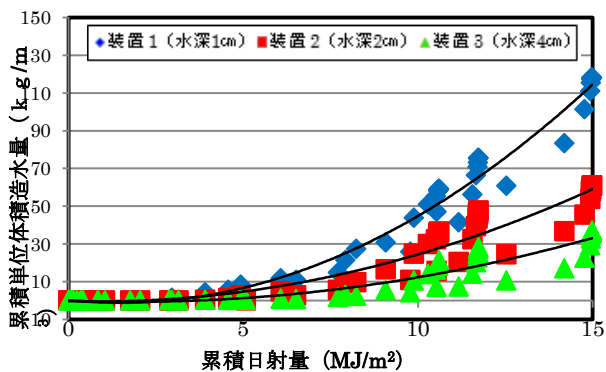


図3 累積日射量と累積単位体積造水量の関係

図4にCASE3の「水温」と「内気温と外気温の差」の「造水量」との関係を示す。縦軸に時間造水量(g), 横軸に水温と内気温と外気温の差(°C)をとる。白のマーカーが内気温と外気温の差, 黒のマーカーが水温を表している。各装置とも水温, 内気温と外気温の差が増加すると時間造水量も多くなる。

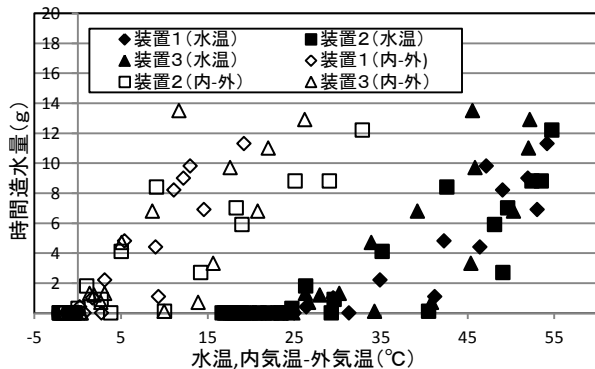


図4 時間造水量と、外気温、内気温、水温の関係(CASE3)

図5にCASE3の「内気温と露点の差」と「水温」と「造水量」の関係を示す。縦軸に内気温と露点の差(°C), 横軸に水温(°C), 第3軸に時間造水量をとる。バブルが大きいほど造水量が多い。図4と図5から日射量が上昇する時間帯で水温が40°C以上となり, 各装置とも多く造水する。ここでの造水は温められた水が水蒸気となり結露したと考えられる。また図5では日射量が下降する時間帯に水温が40°C以下で内気温と露点の差がほぼ0°Cの場合でも各装置造水している。これは装置内の水蒸気を含む空気が露点まで下がることで凝結したと考えられる。

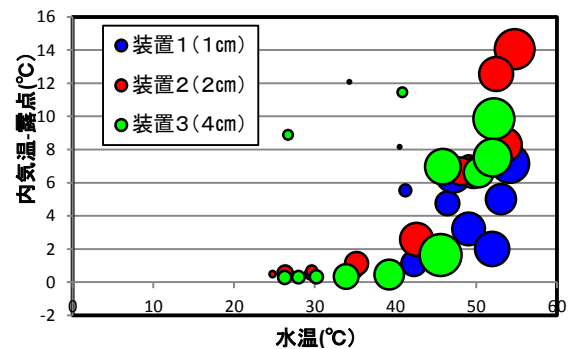


図5 内気温と露点の差, 水温, 造水量の関係(CASE3)

4. 結論

- (1) 総造水量を比較すると水深4 cm, 水深2 cm, 水深1 cmの順番で多く造水する。
- (2) 1m³当たりの造水量(単位体積造水量)で比較すると水深1 cm, 水深2 cm, 水深4 cmの順番で大きい。
- (3) 水深の違いによって造水の特徴が異なる。装置1では日射量が上昇する時間では他の装置よりも多く造水する。装置3では日射量が減少する時間で他の装置よりも多く造水する。
- (4) 造水しやすい条件では, 内気温と外気温の差が大きく水温が高い時, 内気温と露点の差が0°Cを下回るか0°C付近でよく造水する。内気温と外気温の差が大きくなることで装置内では結露が, 内気温と露点の差が小さくなることで装置内で凝結が行われていると考えられる。

参考文献

- 1) 福原輝幸: アラブ首長国連邦における円筒型太陽熱淡水化装置の造水特性, 地下水技術, Vol.48, No.6, pp.31-35, 2006