

矩形 TSS における初期水深の造水特性に与える影響について

広島工業大学大学院 学生会員 ○三角 彰
広島工業大学 正会員 石井 義裕

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一定量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²⁾が開発した矩形型 TSS (Tubular Solar Still) を用いて、実験を実施し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。写真 1 のように段ボールで作製した矩形 TSS を黒いポリエチレンフィルムで密着し、針金で巻きつけフレームをつけた。フレームの周囲をカバー(透明のポリエチレンフィルム)する。実験は、写真 1 の矩形 TSS の中に水を入れ、蒸発しカバーに付着した水を装置の下部より回収する。透明のポリエチレンフィルムの透過率は約 97%と造水に関しての影響は少ない。

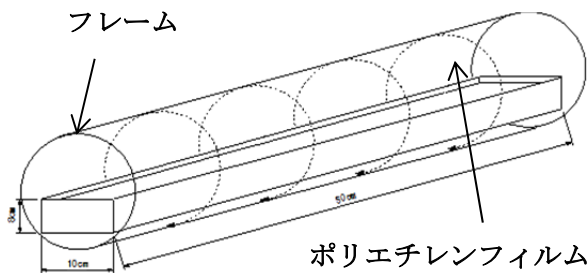


図 1 実験装置

表 1 に実験条件、表 2 に初期条件を示す。本研究では矩形 TSS を 3 基使用し、初期水深による造水特性を比較するため、それぞれの初期水深を水深 1 cm、水深 2 cm、水深 4 cm とし実験を実施した。それぞれを装置 1、装置 2、装置 3 とする。実験は大学内の広場で 8 月～9 月の 2 か月間で 9 回実施した。実験には水道水を使用し、水温、内気温、外気温、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。

表 1 実験条件

	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6	CASE7	CASE8	CASE9
日付	8月6日	8月9日	8月13日	8月20日	8月27日	9月6日	9月10日	9月13日	9月20日
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	雨/晴れ	晴れ	曇り/晴れ	晴れ
日最高気温(°C)	39.42	37.41	42.54	40.18	33.98	38.92	34.4	40.3	36.59
総日射量(MJ/m ²)	17.79	18.79	14.87	21.43	21.35	12.24	15.80	13.19	17.86

表 2 初期条件

	初期水深(cm)	初期水量(L)
装置1	1.0	0.5
装置2	2.0	1.0
装置3	4.0	2.0

3. 実験結果と考察

表 3 に日造水量を示す。日造水量の最大は水深 1 cm(装置 1) が CASE4 で 78.3 g、水深 2cm(装置 2)が CASE3 で 74.6 g、水深 4 cm(装置 3)が CASE4 で 92.3 g となる。CASE ごとに総日射量が異なるため総日射量の最大、最小の CASE を除き各装置の平均日造水量を求めると、装置 1 は 64.1 g、装置 2 は 58.7g、装置 3 は 72.2 g となった。

平均日造水量は水深 4 cm が最も造水しているが、水深 1 cm が 2 番目に日造水量が多いため、水深が深いほど日造水量が多いわけではないことがわかる。

表 3 実験結果

	総日射量(MJ/m ²)	日造水量(g)		
		装置1	装置2	装置3
CASE1	17.79	60.5	59.4	57.4
CASE2	18.79	72.5	56.1	60.5
CASE3	14.87	59.5	74.6	83.4
CASE4	21.43	78.3	65.4	92.3
CASE5	21.35	76.3	69.3	89.1
CASE6	12.24	25.9	28.5	25.6
CASE7	15.80	67.8	50.6	64.4
CASE8	13.19	51.6	43.4	61.5
CASE9	17.86	60.4	57.8	88.8

図 2 に CASE3 の時間造水量と日射量の関係を示す。日の出から 4~5 時間後に造水が始まる。10 時前後では、水深 1 cm が最も造水している。また時間造水量のピークを向かえる時刻も早い。日射量が上昇する時間帯は、水深 1 cm・2 cm が良く造水する。日射量が下降する時間帯では水深 4 cm が良く造水している。初期水深が浅いほど、水は温まりやすく冷めやすい。温まった水は冷めにくいので、水が蒸発できる装置内の状態が長く保たれる。そのため、気温・日射量が下降しても水を回収できたと考えられる。このように初期水深によって造水の採れ方に特徴が見られた。

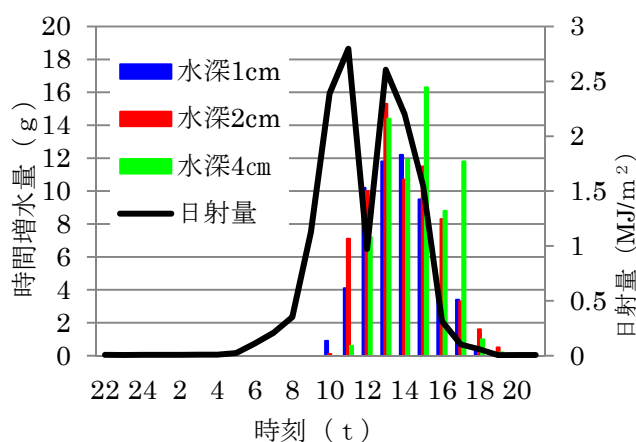


図 2 日射量と時間造水量の関係(CASE3)

図 3, 図 4 に時間造水量と外気温・水温・内気温(装置内の気温)の関係を示す。横軸に内気温-外気温、縦軸に内気温-水温、第 3 軸を時間造水量をとした。バブルが大きいほど造水量が多い。内気温と外気温の差が 20℃を超えてくると造水量が増える。内気温と水温の差は、水深 1 cm、水深 4 cm では、差が 0℃付近

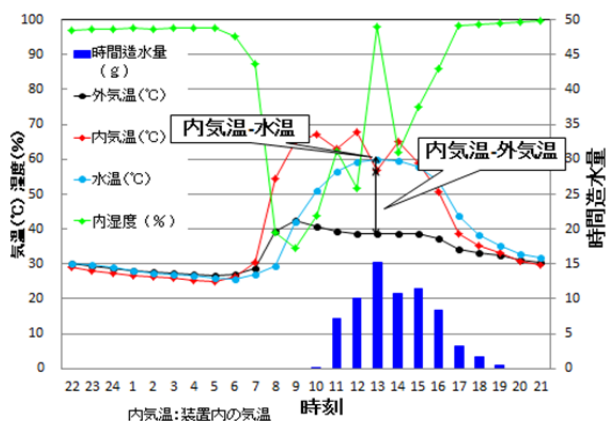


図 3 気温と水温の経時変化 (CASE3, 装置 2)

になると造水量が増える。水深 2cm では差が 10℃でも造水していることがわかる。

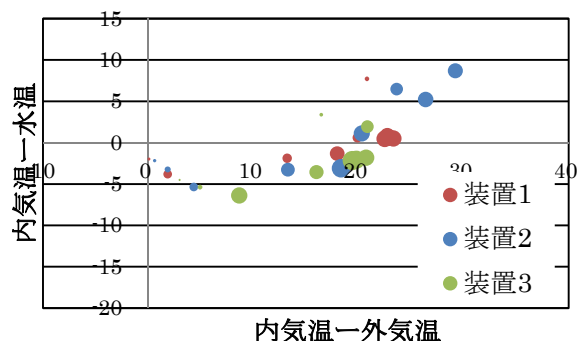


図 4 時間造水量と外気温・水温・内気温の関係 (CASE3)

初期水量に対する造水量の割合を回収率とする。造水量と同様に、CASE4・CASE6 を除き平均回収率を求めた。装置 1 が 12.8%, 装置 2 が 5.9%, 装置 3 が 3.6% となった。すべての CASE で水深 1 cm の回収率が 1 番高く、水深 4 cm が最も低い結果となった。

4. 結論

本研究より以下の知見が得られた。

- (1) 水深 2 cm を基準とし日造水量を比較すると、水深 1 cm は 1.1 倍、水深 4 cm は 1.2 倍となり水深 4 cm が最も造水した。
- (2) 水深 2 cm を基準とし回収率を比較すると、水深 1 cm は 2.2 倍、水深 4 cm は 0.61 倍となる水深 1 cm が最も造水効率が高い。
- (3) 初期水深が水温の変化に影響しているため、それぞれ造水特徴が見られた。水深 1 cm では、日射量が上昇する午前中に造水し、水深 4 cm では日射量の下降する時間帯に造水した。
- (4) 「内気温-水温」が 0℃に近づき、かつ「内気温-外気温」の差が大きくなると良く造水する傾向にある。

参考文献

- 1) JETRO「水事情 バングラディッシュ」, pp. 1, 4~7. 2013.
<www.jetro.go.jp/theme/bop/precedents/pdf/life_style_finance_bd.pdf> (2013/1/28 確認)
- 2) 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性能, 地下水技術, 第 48 巻, 第 6 号, pp. 31~35, 2006.