

### 円筒型太陽熱淡水化装置による塩性化した溜め池の水質浄化試験 —バングラデシュ，パイガザ地域での水環境改善活動—

福井大学大学院	正会員	○寺崎寛章
クルナ科学技術大学	正会員	Shafiul Islam
愛知医科大学	非会員	梅村朋弘
日揮プラントイノベーション	正会員	山元謙侑
福井大学大学院	正会員	福原輝幸

#### 1. はじめに

「水の世紀」という言葉に代表されるように、水不足・水質汚染・水紛争などの水に関する環境問題が深刻化している。これらの水問題に直面している代表的な国の一つにバングラデシュ人民共和国(以下、バングラデシュ)が挙げられる。同国の中核都市以上は地方自治体や水道公社が水供給事業を担っているため、水事情が改善されつつあるが、国全体の約70%を占める農村地域では飲料水供給事業は殆ど進んでいない。そのため乾季には水不足に陥り、多くの人々が溜め池の水(主に生活用水)、水質不良の地下水(主に飲用水)などの利用を余儀なくされている。

筆者らはこれらの状況を鑑み、太陽エネルギーのみで飲料水が造れる円筒型太陽熱淡水化装置(以下TSS, 図1を参照)<sup>1)</sup>の研究・開発を進めている。TSSは現地で製作が容易で造水コストが安価なため、同国において実用的な淡水化装置として期待が高い。

そこで本研究では同国クルナ管区南部パイガサ地域(図2を参照)の電気が届いていない地区の農村の溜め池の水および井戸水(地下水)を対象に、TSSの

水質改善効果を調べることを目的として、野外造水試験および水質分析を行ったので、その結果の一部をここに報告する。

#### 2. 水質分析概要

##### (1) サンプル採取

サンプルは2014年3月11日の同地域において(1)日常的に頻繁に利用される井戸水、(2)同国公衆衛生工学局(Department of Public Health Engineering, DPHE)が推奨している砂濾過(Pond Sand Filter, 以下PSF)処理前の原水、(3)処理後の水および(4)乾期に飲用されることもある溜め池の水の合計4種類を採取した。

##### (2) 水質分析概要

水質分析は2014年3月12~14日にクルナ科学技術大学(KUET)の環境分析室内にて行われた。測定項目はpH、電気伝導度、濁度、色度、鉄、塩化物イオン、硬度、全蒸発残留物、懸濁物質、総溶解性蒸発残留物および大腸菌の合計11項目である。なお、pHから硬度までは各種分析機器により、全蒸発残留物は重量法により、懸濁物質はガラス繊維濾紙法により、大腸菌は寒天培地法により、それぞれ分析した。

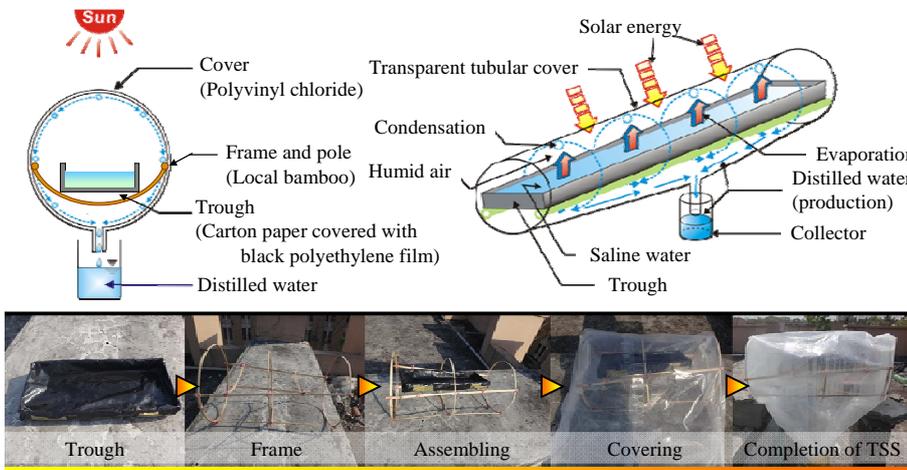


図1 太陽熱淡水化装置(Tubular Solar Still)

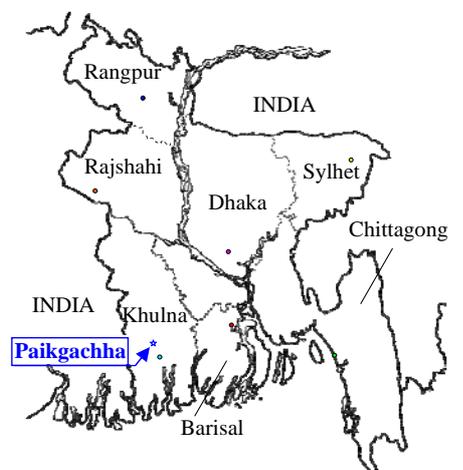


図2 クルナ管区パイガサ位置

キーワード：バングラデシュ，溜め池，太陽熱淡水化，TSS，蒸留，水質分析

連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

表 1 水質分析結果一覧

Measuring item	unit	Standard value	Tube well	Before PSF	→ After PSF	Pond water	→ After TSS
pH		$5.8 \leq \text{pH} \leq 8.6$	6.81	7.56	7.51	7.64	7.38
water temp.	°C		26.4	26.0	25.9	26.7	26.0
Electric Conductivity	mS/cm		19740	6450	6500	7.64	
Turbidimeter (NTU)		less than 1	47.7	27.0	12.2	24.1	5.3
Color		less than 5	411	189	93	156	
Iron	mg/L	less than 0.3mg/L	3.54	0.24	0.08	0.06	0
Cl <sup>-</sup>	mg/L	less than 200mg/L	6190	85	2185	4915	12
Hardness, <i>H</i>	mg/L	$10\text{mg/L} \leq H \leq 100\text{mg/L}$	3889	426	463	3371	102
<i>E. Coli. EC</i>	piece/mL	0	0	0.5	0	12.2	0
Total solid	mg/L	less than 500mg/L	4820	510	610	13450	
Total dissolved solids	mg/L		1940	460	530	12920	
Suspended solid	mg/L		2880	50	80	530	

### 3. 太陽熱淡水化装置による野外造水試験

TSSによる造水試験は2014年3月12日にKUETの屋上で先述の溜め池の水を用いて行われた。TSSは現地にて入手が容易な竹を加工したフレーム、黒色ポリエチレンフィルムを巻き付けた段ボール製トラフおよび円筒型透明カバーで構成される(図1を参照)。なお、カバーは長さ0.6m、直径0.2mである。

実験手順は以下の通り、トラフ内に溜め池の水を注水し、カバー両端を密閉し、造水試験を開始し、24時間後に蒸留水を取り出し、2. (2)の水質分析を行なう。

### 4. 水質分析結果

表1は水質分析結果の一覧を示す。なお、同表には厚生労働省の水道水質基準値(または水質管理目標値)<sup>2)</sup>も併せて図示する。井戸水に着目すると、濁度、色度および硬度が非常に高く、鉄は基準値の10倍以上であった。一方、現地で広く飲用されているPSFの原水は上述の測定項目のいずれの値よりも低く、さらにPSFを通した水では濁度、色度および鉄の低下が認められた。

次に、TSSによる溜め池の水の蒸留前後の水質について述べる。溜め池の水は濁度、色度、硬度および塩化物イオンの値が非常に高い。この塩化物イオンが高い理由は周辺のエビ養殖に利用している海水の浸入が考えられる。さらに溜め池の水からは大腸菌が検出され、衛生面から好ましくないことが分かる。また、他のサンプルと異なり、懸濁物質も多量に含まれていることが分かる。この溜め池の水をTSSに

より蒸留したところ、濁度、硬度および塩化物イオンの低下が確認できた。これからもTSSの高い脱塩効果が再確認された。なお蒸留したにも関わらず、濁度が高い原因として、屋外でTSSを作製した際にTSS内に砂塵が混入したためと考えられる。また、蒸留後には大腸菌は検出されなかった。この理由として、日中の紫外線照射やTSS内の温度上昇によって大腸菌が死滅したためと推察される。従って、本検査項目に関する限り、TSSによる蒸留水は概ね水道水質基準を満たした。

### 5. おわりに

本研究ではバングラデシュのパイガサ地域の農村における井戸水(地下水)、溜め池の水および砂濾過前後の水を採取し、TSSによる造水試験および水質分析を行なった。その結果、TSSの脱塩性能、蒸留に伴う大腸菌不検出、濁度および硬度の低下が確認できた。今後は長期的な水質検査を実施するとともに、同地域におけるTSSの実用化に努める。

### 参考文献

- 1) 例えば山路昂央, 寺崎寛章, 福原輝幸, 石井義裕: 太陽熱淡水化装置(TSS)の造水慣性, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 69, No. 4, pp. 1441-1446, 2013.
- 2) 厚生労働省HP: 水質基準項目と基準値(50項目)。

### 謝辞

本研究における採水ならびに住民へのヒアリングではNPO法人AOSED Shamim Arfeen氏の多大なご協力を受け、水質分析ではクルナ科学技術大学の試験設備と福井大学 熊谷直哉君および吉兼一晟君の協力を得た。ここに記して謝意を表す。