

三角型太陽熱淡水化装置 (TrSS) の殺菌性能に関する実験的研究

福井大学大学院	学生会員	○古市健二
福井大学	正会員	寺崎寛章
愛知医科大学	非会員	梅村朋弘
福井大学大学院	学生会員	加藤隼也
広島工業大学	正会員	福原輝幸
福井大学	非会員	長谷川美香
福井大学	非会員	日下幸則

1. はじめに

世界の下痢性疾患による死亡者数は 2000 年から 2016 年の間に約 100 万人減少したが、それでも 2016 年の死亡者数は 140 万人に及び、いまだ深刻な状況下にある。中でも、バングラデシュは下痢性疾患が深刻な国の一つであり、毎年 4 万 5 千人を超える 5 歳未満児が下痢性疾患で死亡している²⁾。この要因の一つとして、衛生設備の未整備による表流水の大腸菌汚染が挙げられる。近年、数多くの支援が行われているものの、支援の届き難い遠隔地(特に沿岸部僻地)の乾期では、汚染された表流水の飲用をすることも珍しくない。

当該研究室ではバングラデシュ沿岸部僻地での安全な飲み水確保の一手段として、図-1 に示す三角型太陽熱淡水化装置 (Triangular Solar Still, TrSS) を研究開発している。TrSS の造水量に関する報告は数多くあるものの³⁾、TrSS の水質改善効果、とりわけ一般細菌および大腸菌群の除去効果や太陽光による殺菌時間などに関する研究は筆者の知る限りない。

そこで本研究では、TrSS の一般細菌および大腸菌群の除去効果を野外実験により調べたので、その結果を報告する。

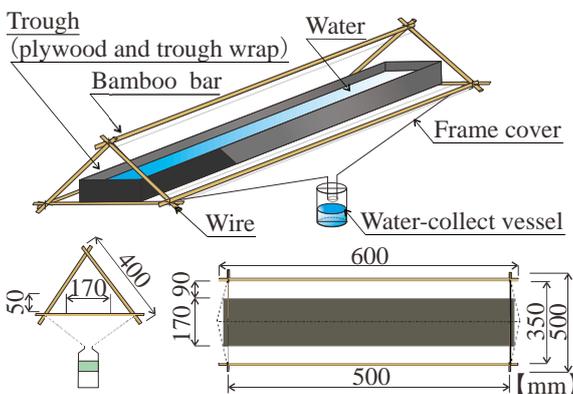


図-1 三角型太陽熱淡水化装置概要

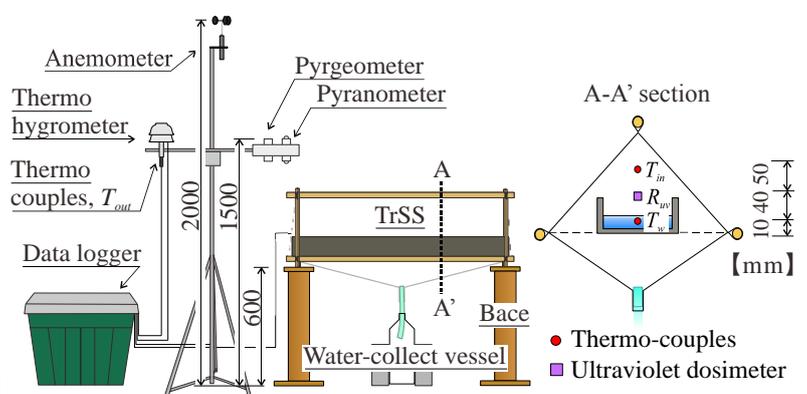


図-2 野外実験概要

2. 野外実験概要

本実験は福井大学屋上にて 2018 年 8 月および 9 月の晴天日 (0 時~21 時) に図-2 に示すように、TrSS、集水器、架台、データロガーおよび気象観測装置を用いて行われた。使用した水は五領川浄化センターの二次処理水(大腸菌群数:約 100,000 個/mL)である。実験中の TrSS 内の紫外線強度 R_{uv} (W/m^2) は紫外線計により、トラフ水温 T_w ($^{\circ}C$)、TrSS 内気温 T_{in} ($^{\circ}C$) および外気温 T_{out} ($^{\circ}C$) は熱電対により、それぞれ測定した。また細菌簡易検出紙(サン化学製)を用いて、0 時から 21 時の間のトラフ水(合計 7 回)および 13 時と 21 時の蒸留水の一般細菌および大腸菌群をそれぞれ検査した。

3. 野外実験結果

代表的な実験結果の一例として、9 月 18 日の実験結果について述べる。図-3 に示すように、トラフ水の一般細菌および大腸菌群は 0 時から 10 時までは検出されたが、13 時以降では検出されず、菌は死滅したと考えられる。これら殺菌の要因を水温および紫外線などの気象因子から考察する。

図-4 は実験期間中の各温度の経時変化を、図-5 は R_{uv} および積算紫外線量 ΣR_{uv} (kJ/m^2) の経時変化を、そ

キーワード : バングラデシュ, 太陽熱淡水化, TrSS, 一般細菌, 大腸菌群

連絡先 : 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築・都市環境工学科 環境水工学研究室 TEL0776-27-8595

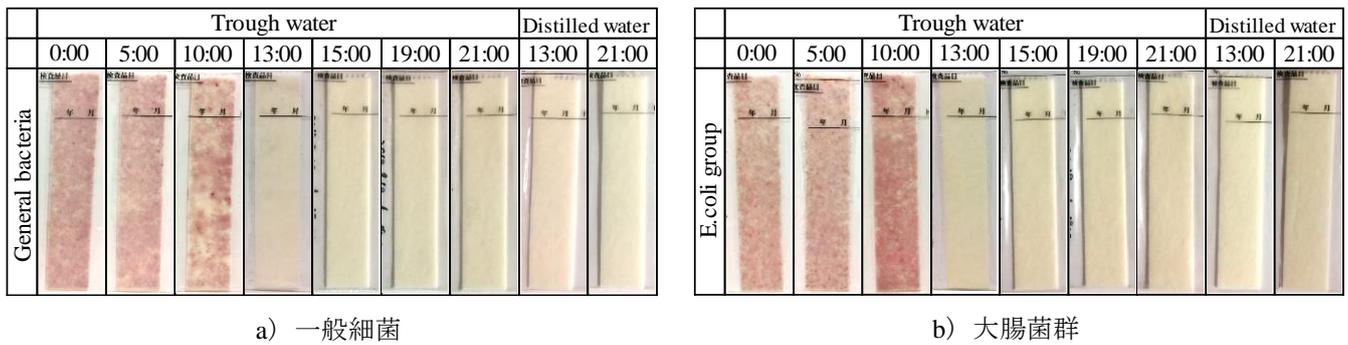


図-3 トラフ水および蒸留水の細菌検査結果

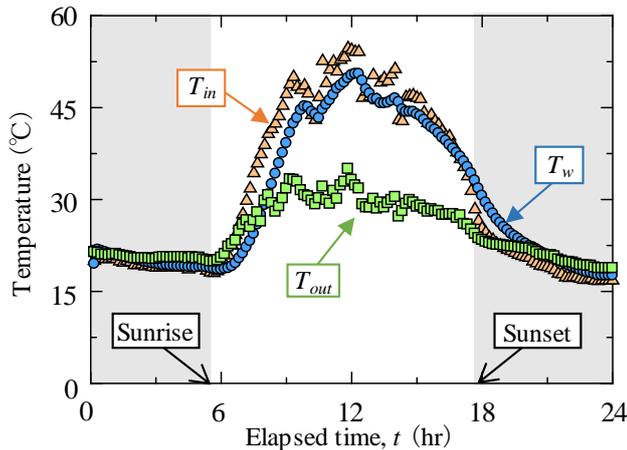


図-4 トラフ水温, TrSS 内気温および外気温の経時変化

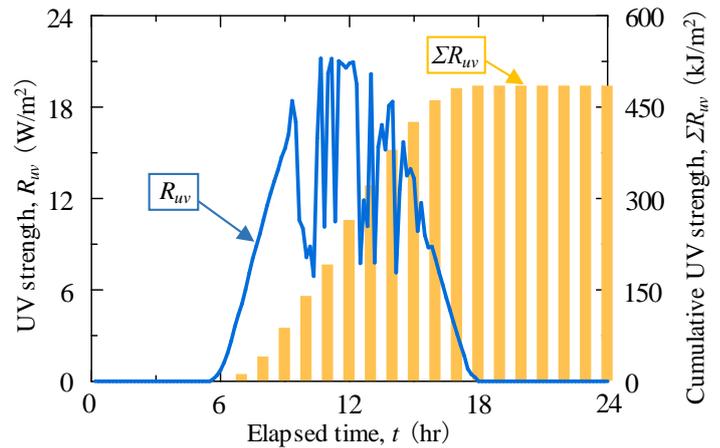


図-5 紫外線強度および積算紫外線量の経時変化

れぞれ示す。 T_w は 13 時 30 分に最高 50.5°C に達したものの、大腸菌群の殺菌温度 (65°C)⁴⁾ よりも低い。これより殺菌の主な要因は紫外線であると考えられる。なお、 R_{uv} は 10 時 30 分に最大 21.9 W/m^2 となり、 ΣR_{uv} は 484 kJ/m^2 であった。対象地における乾期 (1~4 月) の R_{uv} は日本よりも高いため、バングラデシュにおいても同様の殺菌効果が期待できる。なお、12 時時点における TrSS 内の R_{uv} は TrSS 外のそれに比べて約 20% 低い。この要因として、TrSS のフィルムによる反射・吸収のほか、フィルム表面に付着した水滴による紫外線の吸収・散乱が考えられる。

また蒸留水の一般細菌および大腸菌群は 13 時および 21 時のいずれの時点においても検出されなかった。さらに 9 月 18 日以外の 3 日間の全ての実験においても、蒸留水の一般細菌および大腸菌群は検出されなかったことから、TrSS は一般細菌および大腸菌群の除去に有効であることが示された。

4. おわりに

本研究では、バングラデシュ沿岸部僻地における安全な飲み水の確保を最終目標として、TrSS による一般細菌および大腸菌群の除去効果を調べた。その結果、TrSS の蒸留過程においては一般細菌および大

腸菌群は除去可能であることが分かった。今後はデータの蓄積に努めるとともに、より安全な飲み水を造ることを目指す。

謝辞

本実験の一部は五領川公共下水道事務組合の協力を得て行われた。また、本研究の一部は科学研究費 (若手研究 (B) 16K18155) の助成を受けて行われた。ここに記して深甚の謝意を表す。

参考文献

- 1) WHO : <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/the-top-10-causes-of-death>, 2019 年 1 月 30 日参照。
- 2) WHO : UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water, GLAAS Report, p. 60, 2017.
- 3) 例えば、加藤隼也, 寺崎寛章, 梅村朋弘, 長谷川美香, 日下幸則, 福原輝幸 : バングラデシュ沿岸漁村部における三角型太陽熱淡水化装置 (TrSS) の造水量予測, 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, II-212, pp. 423-424, 2018.
- 4) 食品安全委員会 : 食品により媒介される感染症等に関する文献調査報告書, pp. 184-201, 2010. (<https://www.fsc.go.jp/fsciis/survey/show/cho20110040001>, 2019 年 3 月 23 日参照)