

太陽熱を用いた蒸留水精製装置の高効率化へ向けた検討

前橋工科大学 学生員 ○井川 建吾

前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

乾燥地を中心として、水不足が大きな地球環境問題となっており、今後ますます深刻になっていくと言われている。この問題を解消する一手段として、太陽熱を利用した蒸留水精製装置¹⁾での水確保は、有効な手法であると期待される。蒸留水精製装置とは海水や汚水を太陽熱で気化させ、その水蒸気を冷却し再び液体とすることで不純物を除き、純水を得るものである。

気象による自然エネルギーを利用した装置の応用を考える際には、詳細な気象観測データが要求される。著者らは気象観測機材を導入して、気象観測記録を取得し²⁾、考案する蒸留水精製装置の性能評価³⁾を行っている。同時に取得水量を計測し、日毎単位ではなく、気象の時間変化と共に得られる水量を評価することによって、装置の性能向上を図ろうとしたものである。

本論では、各気象観測条件での蒸留水取得状況から得られた知見と、装置の高効率化に向けた基礎実験の結果ならびに考察を述べるものである。

2. 取得量と気象の関係

アクリル樹脂で蒸発皿面積 300cm² の水盤方蒸留水精製装置〔図1、図5(装置 A)〕を試作した。装置より抽出された蒸留水を気象観測システムと同種の転倒ます型雨量計によって、15.7mL単位で計測を行った。2003年2月8日から3月27日までの観測記録より、取得量が得られなかった日を除き分析を行った。

図2は日の積算日射量と取得水量の関係を表したものである。積算日射量の増加に伴い、取得水量も増加する傾向にある。観測を行った2月、3月の月平均積算日射量に比べ6月は1.5倍以上であり(2002年気象観測記録より)今後夏場にかけて、取得量の増加が期待できる。

日の平均気温と取得水量の関係を図3に示す。今回の観測では日の平均気温と取得量の関係性は見られない。湿度や風速についても取得量との関係性は認められなかった。

雨量計により一定の取得量(15.7mL)を観測するまでに必要とした、日射量の平均積算値を図4に示す。一回目の観測を行うまでに多くの日射を必要としている。これは、装置内部が飽和状態に達するまでに、多量の日射を必要とするためだと思われる。取得水量の向上にあたって、装置内部を素早く飽和状態にする必要があると考えられる。



図1. 試作した蒸留水精製装置

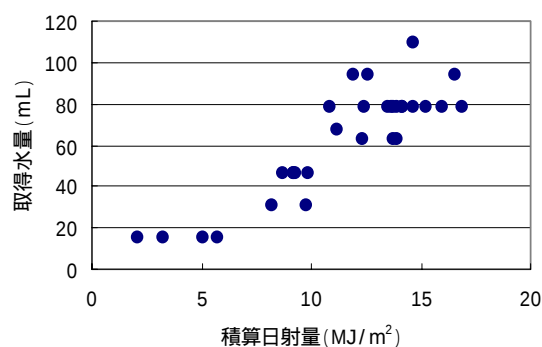


図2. 積算日射量と取得水量の関係

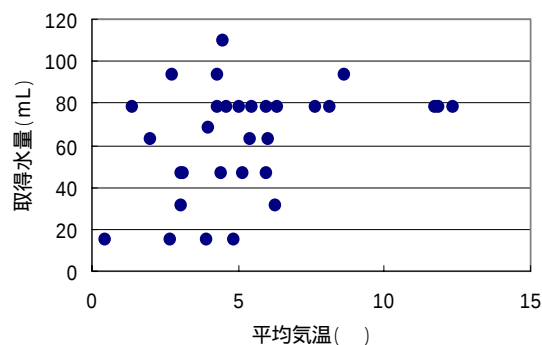


図3. 平均気温と取得水量の関係

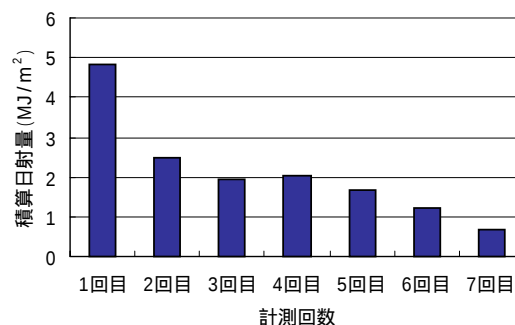


図4. 単位取得までの日射量の平均積算値

キーワード：リアルタイム気象観測、蒸留水精製装置、自然エネルギー、毛管現象、炭素繊維
前橋工科大学工学部建設工学科 梅津研究室 〒371-0816 前橋市上佐鳥町 460-1

3. 装置の形状による取得水量

一般的な蒸留水精製装置を基に図5（装置B）に示す形状の装置の試作した。この形状では傾斜の小さな上面に付着した水滴は抽出されにくく、太陽光を妨害し、また、抽出口付近が広いため蒸留水が留まるといった欠点が見られた。これらの知見を基に、凝結した蒸留水が速やかに抽出するよう、各面の傾斜を大きく、抽出口に集まりやすいよう底面を三角形に設計した装置〔図1、図5（装置A）〕を作成した。

装置の蒸発面積は双方とも 300cm^2 に統一し、性能を比較するために2003年2月7日より3週間取得量の計測を行った。

一般的な形状の装置に比べ改良した装置の取得量は3割増加した（図6）。装置Aは内部に付着している水滴が小さく、蒸留水をスムーズに抽出することによって取得量が増加した。

4. 蒸発促進効果のための基礎実験

多量の蒸留水を取得するためには、蒸発量を増加する必要がある。蒸発を促進するために、炭素繊維による毛管現象で蒸発面積を拡大する手法に着目した。炭素繊維は耐腐食性に優れており、また、直径 $7\mu\text{m}$ と非常に細いため毛管現象が起こり易い。炭素繊維によりどの程度蒸発が促進するか計測をおこなった。

塩ビパイプ（径 18mm ）で組んだ櫓にストランド炭素繊維をそれぞれ 12.5g （18万本 $\times$ 2）、 25.0g （36万本 $\times$ 2）、 50.0g （72万本 $\times$ 2）を 30cm 幅で45度に巻きつけた。表面積約 400cm^2 のバケツを使用し、水道水 1kg を入れて屋内にて蒸発実験（図7）を行った。評価基準として炭素繊維の巻いていない櫓を入れたバケツの蒸発量について計測を行う。蒸発量の計測は重量で測定する。

どの炭素繊維も頂点まで水を引き上げており、炭素繊維を入れなかったバケツに比べ蒸発が促進された（図8）。炭素繊維の本数が多いほど表面積が広がり蒸発量が増加したが、増加率は非常に小さい。装置へ応用する際には、表面積が大きくなるよう工夫する必要がある。

5. おわりに

炭素繊維による蒸発促進効果は期待できると考えられるが、装置は根詰まりに対するメンテナンスを容易に行える構造にする必要がある。本実験や観測で得られた知見を基に、今後も更なる性能向上を図っていく所存である。

参考文献

- 1) T.UMETSU, et al., "Development for The Hybrid Still by Wind Force and Solar Energy", International Conference on Role of Renewable Energy, 1998, Katomandu, NEPAL
- 2) 井川建吾 梅津剛：第57回年次学術講演会講演概要集
リアルタイム気象観測のWeb公開技術と蒸留水精製装置の性能評価への応用
- 3) 井川建吾 梅津剛：第30回関東支部技術発表会概要集
リアルタイム気象観測を用いた蒸留水精製装置の実験的研究

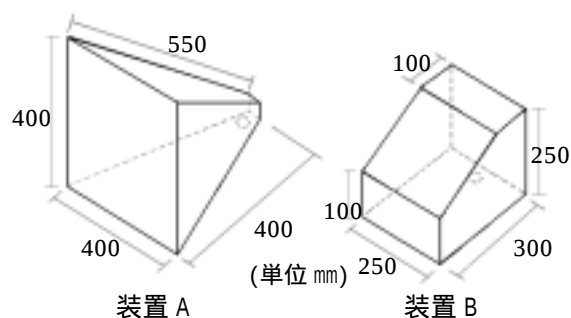


図5. 蒸留水精製装置の形状

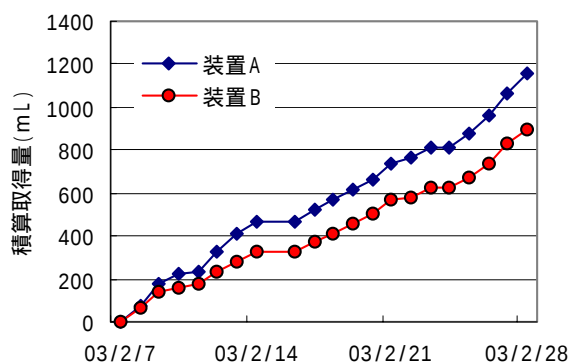


図6. 蒸留水精製装置の積算取得量



図7. 毛管現象による蒸発実験

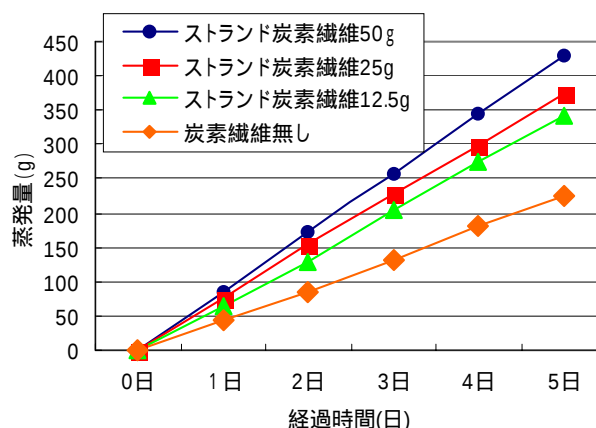


図8. 蒸発量