

気象変化に着目した蒸留水精製装置の開発

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

世界の約3分の1を占めるといわれている乾燥地には9億人の人々が生活しており、水不足が問題となっている。水不足は今後ますます深刻化していくことが予想され、水資源確保に向けたさまざまな技術開発が望まれている。この水不足問題に対し、太陽熱などの自然エネルギーを利用する蒸留水精製装置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、その水蒸気を密閉された装置内部で凝結させ再び液体に戻すことで、蒸留水を得るものである。蒸留水精製装置は化石燃料を使うことなく純水を得ることができ、また、他の手法に比べ技術的にもコスト的にも有利である。しかし、時間あたりに取得できる量は僅かであり、実用化のためには装置の高効率化が不可欠である。

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実験の結果ならびに考察を述べるものである。

2. 装置形状の検討

一般的な蒸留水精製装置(水盤型ソーラースティル)を基に図1(装置A)に示す形状の装置をアクリル樹脂で作製した。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、抽出口付近が広いこと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、凝結した蒸留水が太陽光により再び蒸発する前に速やかに抽出されるよう、各面の傾斜を大きく、抽出口に集まりやすい底面を三角形に設計した装置[図1(装置B)]を作成した。太陽光の入口となる南面は光を屈折させないためにも、太陽

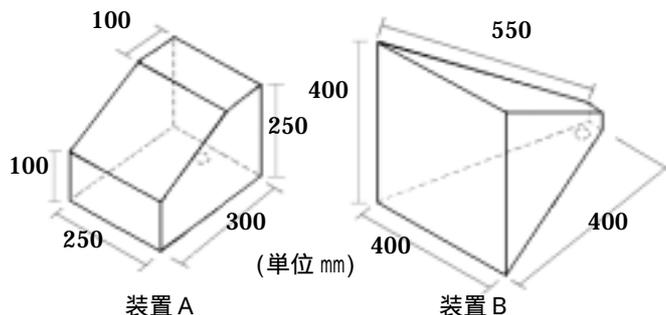


図1. 蒸留水精製装置の形状

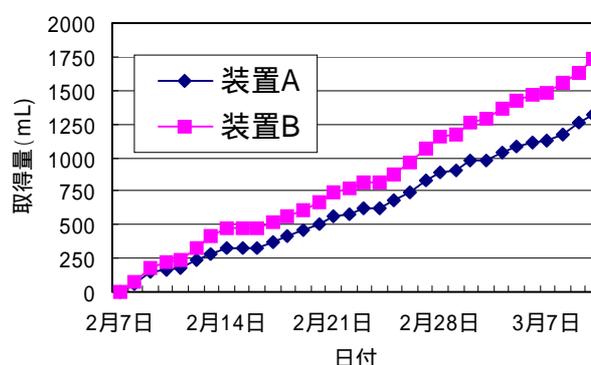


図2. 装置Aと装置Bの積算取得量差

光に対し垂直になるように設計するのが一般的な考え方である。しかし、南面に付着する水滴は太陽光の妨げになるのではないかと考え、これを最小限にするためにも地面に対し垂直に設計した。

装置の蒸発面積は双方とも 300cm^2 に統一し、蒸留性能を比較するため、2003年2月7日より30日間の取得水量の計測を行った。各装置より抽出される蒸留水は気象観測機材の転倒ます型雨量計と同種の観測計によって、 15.7mL 単位で計測する。

一般的な形状の装置Aに比べ改良した装置Bの取得量は3割増加した(図2)。装置Bの内面に付着している水滴は装置Aに比べ小さく、蒸留水をスムーズに抽出することによって取得量は増加すると考えられる。

3. 蒸発促進の検討

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、ストランド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 μm と非常に細いため毛管現象が起こり易く、黒色の素材であり太陽光を集める。

室内での基礎実験⁴⁾で毛管現象による蒸発量増加が確認されたため、装置への応用を考えた。

装置内部の蒸発皿に炭素繊維を吊るした槽を入れ、蒸発が促進されることを確認するための実験を行った。実験条件として塩ビパイプ(径 18mm)で組んだ槽にストランド炭素繊維 80.0g(120 万本×2)を 25cm 幅で 45度 に巻きつけたものを装置A(図1)に入れ、2003年4月7日より30日間取得量の計測し、効果の確認基準としてとして装置Bとの比較を行った。

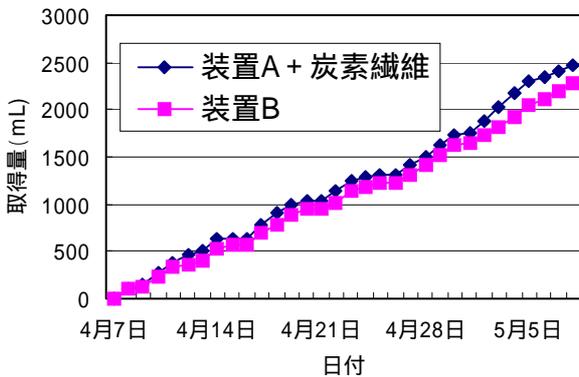


図3．装置A+炭素繊維と装置Bの積算取得量差

炭素繊維を吊るしていない状態での装置Aと装置Bでは装置Bの取得量の方が3割多かった(図2)が、装置Aの蒸発皿に炭素繊維を吊るすことにより取得量が逆転した(図3)。実験結果より炭素繊維を用いた毛管現象による蒸発促進は、非常に有効であると考えられる。室内での基礎実験では炭素繊維を用いた毛管現象による水の引き上げ能力が低下してしまうが、装置内部では長期間に渡って能力が持続する。これは、装置内部が飽和状態となるため炭素繊維が乾燥しないためだと考えられる。

4．取得量と気象の関係

2003年1月1日から12月31日までの装置Bからの取得水量と気象観測記録より得られた知見を報告する。

図4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。積算日射量が多くなるにつれて、取得水量も

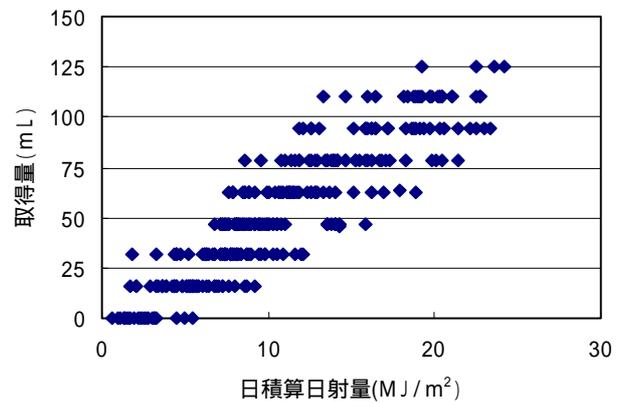


図4．日の積算日射量と取得量の関係

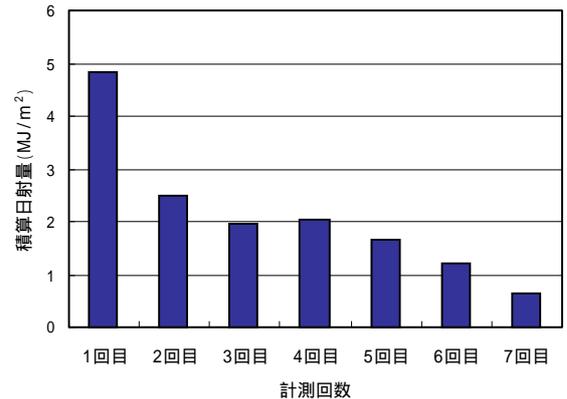


図5．単位取得までの日射量の平均積算値

増加し、比例関係であると言える。気温と取得量の関係も比例関係にあるとの報告もあるが、今回の観測では関係性が見られなかった。

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5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、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。

日の積算日射量が同じ程度でも昼夜の気温差が大きい日は取得量が増加する。

5．おわりに

蒸留水精製装置の実用化に向けて、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 回関東支部技術研究発表会概要集
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
- 4) 井川建吾 梅津剛：第 58 回年次学術講演会講演概要集
太陽熱を用いた蒸留水精製装置の高効率化に向けた検討