

太陽熱蒸留システム用EHD送気装置の研究

(常温・常湿空気による実験結果)

A Study on EHD Blower for Solar Distillation System
(Experimental results by use of air at room temperature and humidity)榎谷 吉郎*¹

Yoshiro TOCHITANI

松岡 秀治*²

Hideharu MATSUOKA

Abstract

An experimental study was carried out to examine the performance of an EHD(Electro-hydrodynamics)blower, and its effectiveness to utilize in a solar distillation system was discussed. Two kinds of discharge electrodes were used, one of these consisted of just one needle and the other four needles. Collecting electrode was the pipe edge made of copper. Diameter range inside the collecting electrode was selected between 17 and 60 mm. High voltage of DC in the range of 7-17kV was supplied between the electrodes to generate ionic wind. As a result, there was the optimum length of gap for the electrode which gave the maximum efficiency. The blower yielded the ionic wind of about 1 Pa in total pressure and consumed electric power about 1W in the maximum. The maximum efficiency obtained in the experiment was about 0.2%.

Key word; Blower, EHD(Electro-hydrodynamics), Ionic Wind, Corona Wind, Corona Discharge, Distillation System

1. 緒 論

太陽熱蒸留器の性能向上を目的にした研究は多い。たとえば、Khalifa¹⁾、Ahmed²⁾は Basin型の太陽熱蒸留器内に凝縮管を設置して凝縮性能の向上を図っている。しかし、凝縮管はその上方を除いて壁などで覆われており、湿り空気の更新は起こらないと思われる。結果として、収量の増加は少ない。しかし、この型の蒸留器に湿り空気の循環機能を付与すれば、性能は向上するはずである。

一方、湿り空気を強制的に循環させる一種の多重効用型とみられる研究が Rahim & Taqi³⁾によって行われている。凝縮管として利用される管は水面上部の湿り空気中から Basin内の原水深部を通り、蒸留器外の

気液分離器に接続されている。湿り空気中の水分の一部は管内で凝縮し、気液分離器で分離され、気体のみが送気装置を経て Basin上部に戻される。この送気には30 Wのファンが使用されており、管内強制対流凝縮によって性能向上を実現しているとみられる。

また、太陽熱蒸留器において、太陽熱を必要とするのは蒸発部や予熱部のみであり、凝縮部などはむしろその影響を受けないところに設置することが望ましい。このことから、要素機器を組み合わせ構成した蒸留システムは、最適化、高性能化の点では有利であり、性能向上が期待できる。

以上のような蒸留器では、いずれも蒸発部と凝縮部との間で湿り空気を循環させる装置が必要である。この種の送気の特徴は、

- (1) 送気距離が短い
- (2) 流量は比較的少なく、また圧損も小さいなどがあげられ、飲用水として用いる場合は、さらに
- (3) 系内に水の汚染源がない

原稿受付 平成9年11月4日

*¹ 会員 金沢工業大学(〒921-8501 石川県石川郡野々市町 扇が丘7-1)*² 非会員 金沢工業大学大学院 現在、横河ジョンソンコントロールズ(株)(〒564-0063 吹田市江坂町1-23-101)

ことも要求される。

一般の送風機はモータで羽根を回転させる機械的装置であり、蒸留システム中に置くとその潤滑系が蒸留水汚染の原因になる可能性がある。

ところで、気体中で不平等電界ギャップに高電圧を印加すると、放電電極からコレクタ電極に向かってイオン風、コロナ風などと呼ばれる気流が発生する。この現象は電気エネルギーから流体の運動エネルギーへの直接変換で、EHD (Electro-hydrodynamics, 電気流体力学) 現象の一つとして知られている。著者の一人は、この流れを用いて多重効用ユニットに強制対流効果を付与した際の性能向上等について報告した。^{(4) (5)}

この流れ発生現象は送気装置にも利用できる。この型の送気装置は、送風部が小型で軽量、小電力、低騒音、機械部分がなく潤滑は不要であることなどのほか、さらなる小型化の要求にも対応できる可能性をもっている。しかし、効率が低い^{(6) (7)}、高電圧電源が必要などのほか、放電現象を利用しているため、条件によってはオゾンの発生が予想される。

Robinson⁽⁶⁾はこの原理による送風機の理論解析と実験結果を示しているが、実用上の観点からは明らかでない点も少なくない。

本研究は、この送気装置の性能、特性を実験的に明らかにし、太陽熱蒸留システムへの適用の可能性を検討することを目指している。本報では、第一段階として、常温、常湿の空気中での実験により、放電電極の複数化の効果、放電角度の影響等を明らかにし、上記システムへの適用の可能性を検討する。

2. 送気装置を用いた太陽熱蒸留器

図1は最も簡単な構造のBasin型蒸留器に凝縮器を付加した例であり、送気は送気装置によっている。

Basinから蒸発した水分を含む湿り空気はガラスカバー下面に沿って流れ、水分の一部はここで凝縮し、面に沿って流下する。残りの湿り空気は凝縮器に入り、ここでさらに一部が凝縮して、残りは送気装置によりBasin内へ戻される。湿り空気の比容積は温度が低いほど小さくなるので、送気装置は凝縮器出口と蒸留器入口との間に設置するのが望ましい。

凝縮器での熱交換量を大きくすると凝縮量を増加できるが、原水上部の空気温度が低下し、その結果飽和蒸気圧も減少するため、水蒸気キャリアとしての空気の性能は低下し、収量が減少する。したがって、この種の蒸留装置では、収量が最大になるように湿り空気の流量を制御する必要がある。

以上、簡単な構造の蒸留器に凝縮器と送気装置を付加する場合について述べたが、Rahim & Taqi⁽⁹⁾の蒸留器ではファンが性能向上に重要な役割を演じていると判断できること、また多重効用型太陽熱蒸留システムでは蒸発ユニットから多重効用ユニットへの湿り空気の送気が必要であることなどからも、太陽熱蒸留器の性能向上に果たす送気装置の重要性は明らかであろう。

上記のような用途では、前記の特徴(3)の他に以下のような特徴を持つ送風機が望まれる。

- (1) 電源として太陽電池を利用できること
- (2) 簡単な構造をもち、保守が容易であること
- (3) 小型で、設置場所の自由度が高いこと
- (4) 流量の制御が容易であること
- (5) トータルコストが低いこと

EHD送気装置はこのような特徴をほぼ備えているので、図1のような太陽熱蒸留システムでの利用を提案し、以下に実験装置と実験結果について述べる。

3. 実験

3.1 電極の検討

本装置の空気駆動原理は大略次のようである。⁽⁸⁾ 放電電極近傍でコロナ放電により発生したイオンは電極間に形成された電場で力を受け、コレクタ電極に向かって移動する。この際、イオンは、空気分子との衝突による運動量の交換を繰り返して、空気分子を駆動する。この結果、発生したマクロな流れがイオン風である。したがって、コレクタ電極側に流路を設ければ、あるいは流路中に両電極を設置すれば、流体は流路中を流れ、送気できる。

電極は、このコロナ放電を安定に、継続的に起こすことができるものでなければならない。従来のイオン風の研究では、放電電極として針、コレクタ電極として球冠状の網⁽⁶⁾や、以下同様に、針-平面状の網⁽⁷⁾、針-平板^{(7) (9)}などが用いられている。送気を目的とする場合、コレクタ電極として送気管の端面を用いる

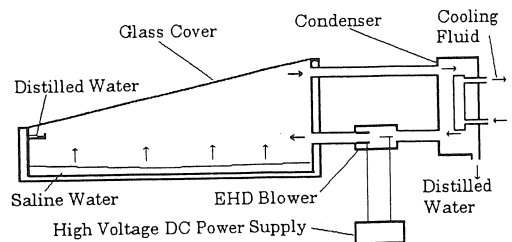


図1 送気装置をもつ太陽熱蒸留器の例

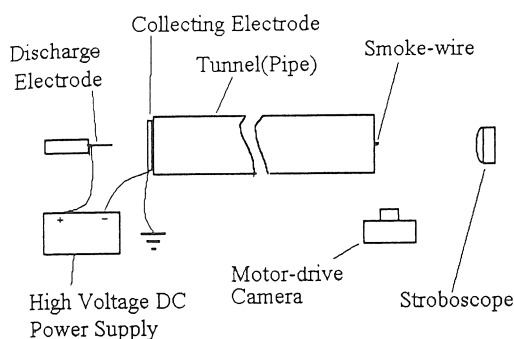


図2 実験装置概略

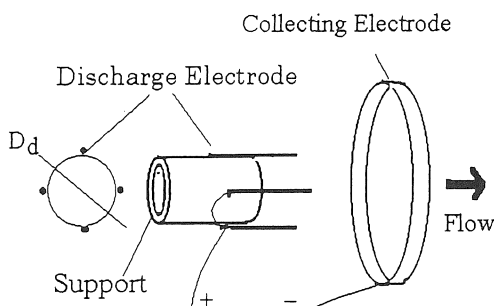


図3 電極部の構成 (N=4の場合)

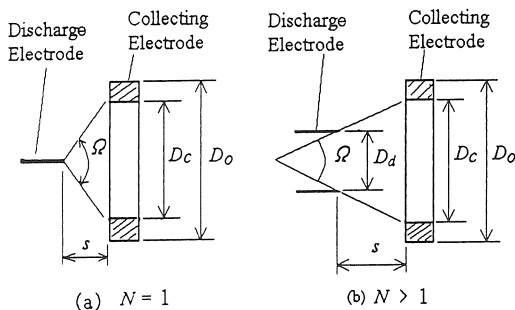


図4 電極に関する記号の定義

表1 電極の寸法

Discharge Electrode	Collecting Electrode	Diameter Ratio	
D_a, mm	D_o, mm D_c, mm	$D_a/D_c, -$	
10	20 17	0.59	
15	30 26	0.58	
21	40 36	0.58	
32	70 60	0.53	

ことも考えられる。針を放電電極として用いた簡単な予備実験によれば、コレクタ電極の種類は流量にほとんど影響しない。しかし、この原理で得られる流量、圧力は小さく、流れ中に障害物を置かない方がよいとの判断から、本研究では放電電極に針、コレクタ電極にはリング状に切断した金属管を用いることにした。

3.2 実験装置と実験条件

図2は実験装置の概略を示しており、電極部(送風部)、高電圧電源、流路、スモークワイヤ装置、写真撮影装置からなる。

図3は電極部の例であり、放電電極の針数が4本の場合を示している。放電電極とコレクタ電極は、互いに向かい合って設置される。針数Nは1, 2, 4, 8, 12本の5種類から選択した。N>1の放電電極は、図3にN=4の場合について示したように、針は中心角が $2\pi/N$ radとなるように後述の支持体外面に設置され、かつN本の針先端が針の方向と垂直な平面上にくるようになり、十分注意して製作されている。

図4に電極関連の量記号を示す。N>1の場合の針設置円直径 D_a は、次の予備実験結果から決定した。コレクタ電極内径 $D_c=36\text{mm}$ 、 $N=4$ 、印加電圧 $E=15\text{kV}$ の条件下で D_a を変化させると、流量は $D_a=D_c/2$ 付近で最大になった。また、 $D_c=17, 26\text{mm}$ についても、同様の条件で流量が最大になると判断できた。

以上より、N>1の実験では $D_a=D_c/2$ に近い条件になる市販の管を選び、放電電極の支持体として使用した。なお、N=1、N>1の場合の針電極の支持体は、それぞれ絶縁体の丸棒、円管であり、支持体端面から針先端までの距離は前者が約20mm、後者が約17mmである。使用した針は市販の待ち針である。

一方、コレクタ電極についてはその端面を、管中心軸に直角、外側に 45° 、内側に 45° に仕上げた3種類の形状についてN=1, 4で実験を行った結果、Nにより若干異なる傾向が見られたものの、大差とは認められず、端面を直角に仕上げた銅管を使用することにした。電極の寸法をまとめて表1に示す。

針の支持体は二次元の微動装置に取り付けられており、N=1のときは針がコレクタ電極の中心線に一致するように、またN>1では支持体の中心線がコレクタ電極の中心線と一致するように設置される。この微動装置はさらに可動架台に乗せられており、水平電極間距離sが調節できるようになっている。

針電極には正の直流高電圧を印加し、コレクタ電極は接地して正イオン風を発生させた。直流高電圧は、トランス(出力電圧15000V)の出力をダイオードでブリッジ整流し、コンデンサで平滑化して得た。電圧は

トランスへの供給電圧を変えて調節した。

コレクタ電極の後方に、長さ1mの流路を設けた。流路には、リング電極の外径と同じか少し大きい内径をもつ塩化ビニル管を用いた。

流路出口には鉛直方向にスモークワイヤを設置した。スモークワイヤ法で可視化した速度分布の撮影には、35mmカメラ（ニコンF3，焦点距離50mm，f1.2レンズ，ASA400フィルム使用）を用い，照明はストロボスコープによった。実験は気温23~31°C，相対湿度30~50%の空気中で行った。なお，火花放電へ移行する可能性がある条件における実験は省略した。

3.3 測定

コレクタ電極直後の気流速度は，時間的，空間的に不規則に変動し，可視化による流速測定に大きい誤差を生じると予想された。このことから，一つの条件において，撮影を少なくとも5回行い，フィルム解析にも十分注意を払ったが，測定誤差は小さい流量の範囲で大きく，最大±25%程度と見積もっている。

全圧効率 η は， $D_c = 36\text{mm}$ の場合についてのみ求めた。コレクタ電極の放電側端面から300mmの位置に静圧孔を設け，静圧 p_s の測定には微差圧計（日立，DMS-4-2L）を使用した。一方，動圧 p_d はスモークワイヤ法により得た平均流速 u から求め，送風機全圧 p_t は以下の式によった。

$$p_t = p_d + p_s \quad (2)$$

JIS⁽¹⁰⁾の整流格子を省略しているが，装置の寸法上および構造上やむを得ないと判断したものである。

3.4 データ整理

流量は，速度分布を撮影したフィルムから速度分布間の面積を求め，それを三次元的流量に換算したものとし，上述のように少なくとも5枚のフィルムから得た値の算術平均値とした。

全圧効率 η は次式により求めた。⁽¹⁰⁾

$$\eta = 100 \cdot L_i / P \quad (3)$$

ここに， L_i は全圧空気動力であり， Q と p_d ， p_s から算出した。また， $P = E \cdot i$ であり， E ， i はそれぞれ電極間の印加電圧，イオン電流である。

本送風原理では針先端からコレクタ電極に向かう放電面を想定できる。この針先端からコレクタ電極を望む立体角は流路方向への空気の駆動に強く影響し，装置の性能を支配すると考えられる。本研究では $N = 1$ ， $N > 1$ の各々の場合について，図4に示すような放電面の立体角 Ω を定義して，実験データの整理に用いた。

4. 実験結果

4.1 流量に対する針数の影響

図5は N が送風流量 Q に与える影響を示している。図4からも明らかなように， $N = 1$ と $N > 1$ では s が同一値であっても針先端からコレクタ電極までの最短距離，すなわち実質の電極間距離は異なり，後者の方が前者よりも小さい。したがって， E ， s が同じでも電場強さは $N > 1$ の方が大きく， i も大きくなる。この点からいえば両者の Q を単純に比較することは適切ではない。しかし，あえて s を選んだ理由は， s が送気装置の軸方向寸法を決定する値であり，実用上の大きさを決めるからである。

以上のことから，図5は装置の軸方向寸法がほぼ同じ場合の Q を，印加電圧が13kV一定の条件下で比較したものであり， N によって放電条件が異なること，消費電力も同一でないことに注意が必要である。消費電力と流量の関係については後述する。

図において， Q は小さい s ほど大きく，全ての N で $s = 15\text{mm}$ のときに最大になっている。 i の大きさ，電場強さの違いが主因であると考えられる。

一方， N の影響については， s の大小によって傾向が異なる。 $s \leq 25\text{mm}$ では， N の増加とともに Q も増加し， $N \geq 4$ ではほぼ一定値をとり， $N = 4, 8, 12$ の間に大きい差はみられない。一方， $s \geq 30\text{mm}$ では， N により若干変化するものの， Q はほぼ一定とみなしてよい。

$N = 1, 2, 4, 8, 12$ に対する i は， $s = 15\text{mm}$ の場合，それぞれ23.5，38.3，54.1，67.7，71.4 μA となっており， N の増加は i すなわちイオン量を増加させる。しかし， $N > 4$ では増加割合は小さく，図の Q の変化とほぼ対応している。一方，大きい s として $s = 40\text{mm}$ をとりあげると， $N = 1, 2, 4, 8, 12$ に対してそれぞれ $i = 5.9, 7.1, 8.4, 8.9, 8.9 \mu\text{A}$ であり， i の変化は s が小さい場合に比べて小さい。

s が小さい範囲では電場が強く， N が小さいと空間

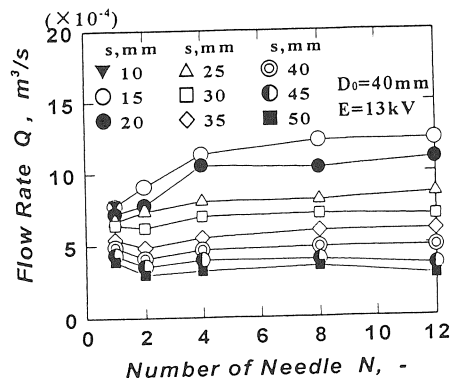


図5 流量に対する放電電極数の影響

電荷効果は相対的に小さくなり、イオン量の増加が空気分子の駆動に効果的に働く。しかし、 N がある程度以上になると、コロナ放電によって発生するイオン量が増加し、電荷密度が高くなる。この結果、ポアソンの方程式で支配される電場の強さが増大し、この電場が針電極近傍の電場を弱めるので、コロナ放電により発生するイオン量が減少する。このため、駆動される空気分子が減り、イオン風の流速が減少するので、 Q は頭打ち傾向を示すと考えられる。 s が大きい範囲で

は電場は弱く、駆動力は小さい。また s が同じ場合、 $N=1$ の場合の Ω は $N>1$ の場合のそれより大きく、小さい s ほど放電方向は流路方向に対して直角に近づく。その結果、流路方向成分が減少し、 Q の変化も小さくなるのであろう。

以上のことから、 $N>1$ の条件では $N=4$ を中心に実験を行い、比較基準として $N=1$ の実験も行った。

4.2 平均流速に対する印加電圧の影響

図6は流路内平均流速 u に対する E の影響を、 $D_o=40\text{mm}$ 、 $N=1, 4$ の場合について示している。ここに、 $u=Q/A$ 、 $A=\pi D_o^2/4$ である。なお、 $s>30\text{mm}$ では、 $E=13\text{kV}$ のみで測定を行った。

図から、各々のプロットはほぼ一本の直線上にのっており、 $u\sim E$ としてよい。 $Q=A\cdot u$ であるから、 $Q\sim E$ である。Robinson⁽⁶⁾ は理論計算から近似的に $u\sim E$ を示すとともに、放電電極として1本の針、コレクタ電極として球面状の網を用いた実験結果からこの関係の近似的成立を示している。図6から、コレクタ電極としてリングのエッジを用い、かつ $N>1$ とした場合でも上記の関係が成立している。 E =一定としてみると、

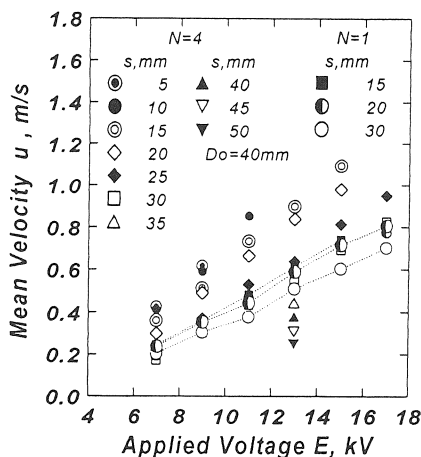


図6 平均流速に対する印加電圧の影響 ($D_o=40\text{mm}$)

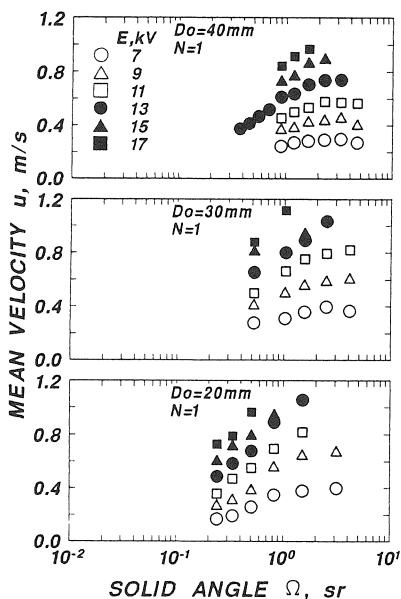


図7 平均流速に対する放電角の影響 ($N=1$ の場合)

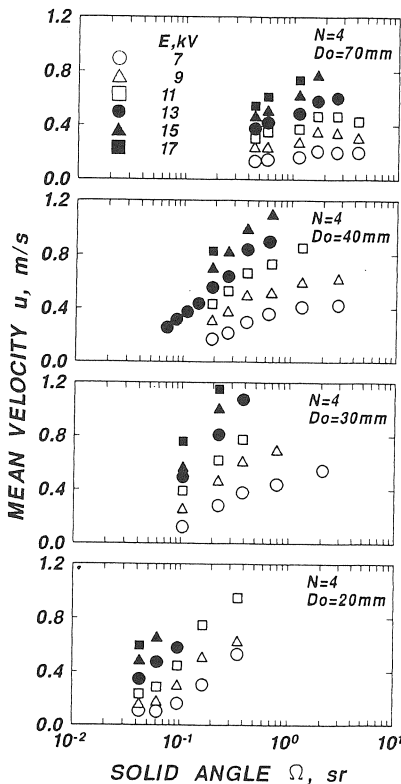


図8 平均流速に対する放電角の影響 ($N=4$ の場合)

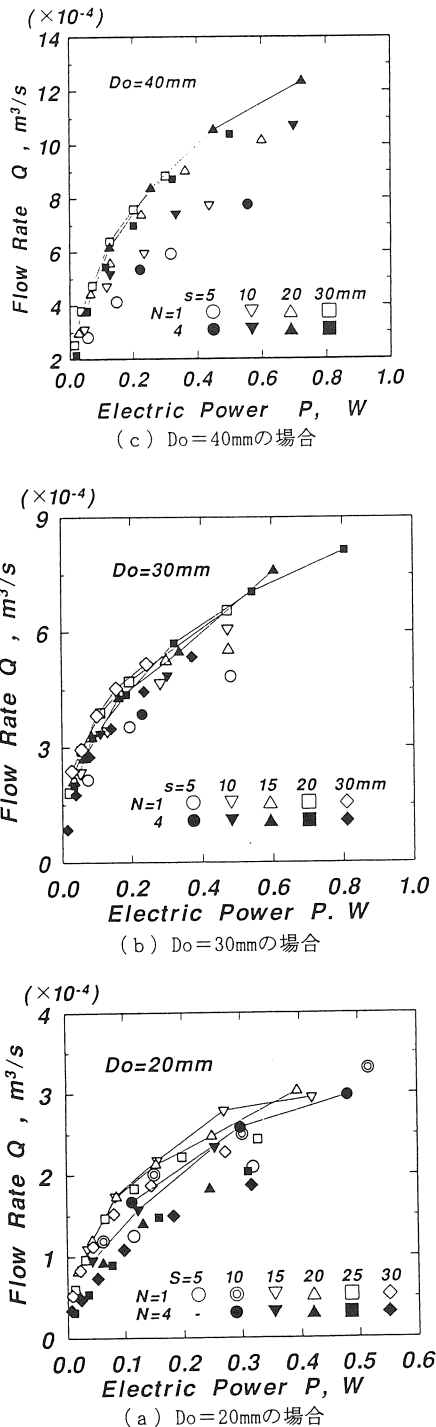


図9 流量に対する消費電力の影響

s が小さいほど u は大きい。前述のように、 s が小さいほど電場が強くなり、 i が大きくなり、消費電力が大きくなる点に注意を要する。

図6中の3本の点線は、 $N=1$ の場合を示している。 $N=4$ における勾配は $N=1$ のそれに比べて少し大きく、 E の変化に対する u の変化が大きい。

同一の Q を得る場合、 s が同じならば大きい u が得られる $N=4$ の方が E は小さく、 E が同じならば $N=4$ の方が大きい Q を得られる。

4.3 放電角による整理

図7, 8は u に対する Ω の影響を、それぞれ $N=1, 4$ の場合について、 E をパラメータとして示している。

全体的には Ω の増加につれて u も増加し、ある Ω でピークをとる傾向を示す。図7では低い E でその傾向が見られ、図8でも $Do=40, 70\text{mm}$ でその傾向がうかがえる。 E =一定のもとでの Ω の増加は、 s の減少のみでなく、 i の増加をも引き起こすため、結果として u が増加すると考えられる。

最大の u は 1.2 m/s 程度であり、それから得られる Q は小さく、実用化は困難のように思える。しかし、本方法では小径の送気部を並列駆動することで容易に Q を増加できる。⁽¹¹⁾ Do 程度の径の孔(流路)を複数個あけた金属製多孔板をコレクタ電極として用い、各々に放電電極を設置する等の方法が考えられる。

4.4 流量に対する消費電力の影響

図9(a), (b), (c)は P と Q との関係を、 Do ごとに示しており、パラメータは s と N である。

図中の折れ線は、いずれも最大の Q を与える s のプロットを結んだものであり、図(a), (b)についてはほぼ同じ Q を与える2種類の s のプロットを、また図(c)については最大の Q を与える s のプロットを結んである。 Q は P に対して単調増加である。 Q が最大になる s が存在すると判断できることから、これらの s 付近で流れへの変換率が高くなるものと考えられる。 Q を最大にする s の存在は、小型化、すなわち s の減少には、限界があることを意味している。

Q に対する N の影響をみる。図(a)では全体的にみて、 $N=1$ の場合の最大の Q が $N=4$ の場合よりも大きい。図(b)では、図(a)と同様に、 $N=1$ における最大の Q が $N=4$ のそれよりも若干大きい傾向はみられるが、図(a)に比べればその差は相対的に小さい。図(c)ではその差はほとんど見られない。以上から、 N による Q の差は Do の増加とともに減少し、 $Do=40\text{ mm}$ でほぼ消失する。 Do が小さい範囲で $N=4$ とすると針間距離が短くなり、空間電荷効果が強くなるためと考えられる。

全体的にみて、 Q に対する N の影響は大きくはなく、

s が一定の下では Q は P のみに支配されているとみてよい。このことから $N > 1$ とする利点はない。しかし、 P が一定の条件下では、針1本あたりの電流は i/N となり、 N が大きいほど値は小さくなる。針の劣化は i に依存すると考えられ、保守の点では i を小さくする方が有利になる。この点は実用上重要であろう。

$Do=20\text{mm}$ の場合の Q は $P=0.25\sim 0.3\text{W}$ 程度で飽和傾向を示すので、小さい Q での利用に限られよう。

4.5 全圧

図10は、 $N=1, 4$ について、 p_t に対する P の影響を示している。全体的には、 $N=4$ のプロットが少し高い p_t を与える傾向をもつ。

p_t は最大でも1 Pa強であり、 Ω の増大とともに減少する傾向をもつが、減少量は小さい。 s が一定ならば Q と同様に、 p_t もほぼ P で決まるとみてよい。

4.6 全圧効率

図11は η に対する Ω の影響を示している。 η は Ω のある値でピークをとり、ピーク値は $N=1, 4$ ともに0.2%強である。ピークをとる Ω の値は、 $N=1$ では

$\Omega = 1 \text{ sr}$ 強であり、 s の値にして約28mmである。一方、 $N=4$ では $\Omega=0.4 \text{ sr}$ 付近であり、 s にして約20mmである。これらから、 $N=4$ とすることで、 η を犠牲にせずに小型化を実現できることが分かる。

η がピークをもつ理由は次のように考えられる。 Ω が小さい範囲では、 Ω の増大により η も増加するが、前述のように、 s の減少による E, i の増大が気体の駆動に有効に働くためであろう。 Ω が大きい範囲における η の減少の主因は、放電方向が半径方向に近づくことにあると思われる。

得られた η の値は文献値、0.2 ~ 0.5%⁽⁶⁾、0.8%程度⁽⁷⁾に比べて小さい。文献には測定等に関する記述が少なく、詳細な比較、検討は困難である。

上述のピークをとる s の値は、図9(c)で示した最大の Q を与える s とほぼ一致する。このことから、今回測定できなかった $Do=20, 30\text{mm}$ における η のピークを与える Ω, s の概略値を図9(a), (b)から知ることができると考える。しかし、 η の値は明らかでない。

図12は η に対する E の影響を示している。 E の増加につれて、 η も増加する傾向はRobinsonの結果と同じである。小さい E の範囲では η は小さい。本原理により気流を効率的に駆動するには、ある程度のイオン量が必要なためであろう。実用上は、11kV以上での使用が望まれる。

4.7 太陽熱蒸留システムへの適用の検討

本節では2章で述べた送気装置がもつべき特徴について検討する。構造が簡単であるという点では問題ないが、保守上は放電電極として用いる針の寿命が問題となろう。前述のように針数を増加して針1本あたりの電流を抑え、寿命を延ばすことが可能と考えられるが、針の材質等も含めて今後研究が必要である。なお、飲用水を得る場合の電極等の材質については安全性の点からの検討が必要である。

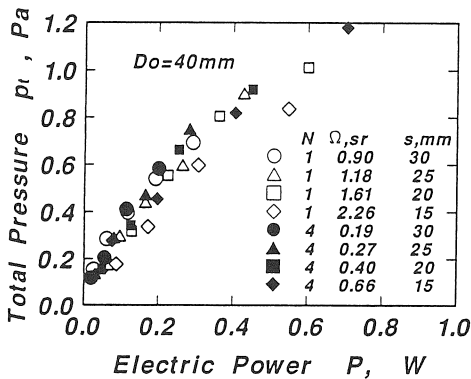


図10 全圧と消費電力の関係

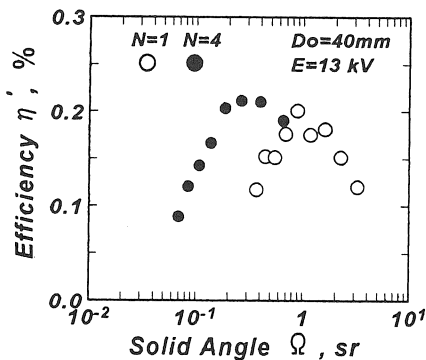


図11 全圧効率に対する放電角の影響

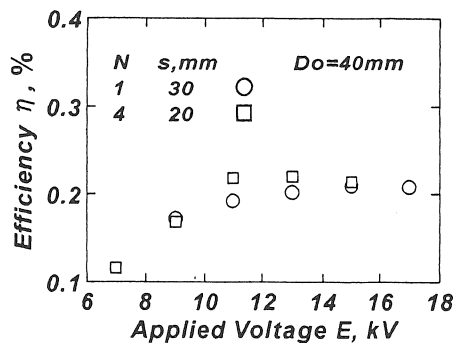


図12 全圧効率に対する印加電圧の影響

大きさについては、並列駆動方式を採用する場合もとくに問題はない。送気配管内への設置さえも可能であり、設置位置の自由度は高い。効率が低い分、残りは最終的に熱に変わるはずであり、この発熱分も送気の加熱に利用するとすれば、図1のように凝縮器出口から蒸発器の入口の間に入れることが望ましい。

システムを最適条件で動作させるには制御が必要になる。一般に、蒸発部を出る湿り空気の温度が高いほど飽和蒸気圧は高く、したがって含有水分量は多くなる。また、その温度が高いほど、凝縮面との温度差が大きくなるので、飽和蒸気圧の差が大きくなり、凝縮量が増加する。このことから、湿り空気温度は相対湿度100%が維持できる、可能な限り高い温度であることが望まれる。流量はこの条件を満たすように制御される必要があるが、本装置では印加電圧で簡単に制御できる。イオン風による蒸発等の促進機能を持つ機器と本装置との供給電力比の最適化も困難ではなからう。

本方法では高電圧電源が必要であり、このコストが問題となる。既報^{(4) (5)}でも述べたように、電圧は高いが電流は小さいので、コスト上昇は大きくない、図9から1基あたり0.5 W程度の電力で実用になると考えられ、並列駆動を採用しても太陽電池を電源とすることは可能であるとする。多重効用部等をイオン風により強制対流化してその性能向上をはかり、同時に送気も行えば電源を共用できる可能性もある。

発生圧力は小さいが、送気距離は一般に短く、実用上は問題ないと考える。オゾンの発生については、既報^{(4) (5)}でも述べたように滅菌等に利用できる可能性もあり、問題はないと判断している。

以上より、本送気装置は蒸留システムの送気に必要な条件をほぼ満たしていると判断できる。より高温で、相対湿度約100%の湿り空気に対する研究が望まれる。

5. 結 論

電気エネルギーから空気の運動エネルギーへの直接変換を用いた送気装置について、放電電極に1から12本の針を、コレクタ電極に金属管端面を用いた電極系で実験研究を行った結果、次のことが明らかになった。

- 1) 本送気方法は太陽熱蒸留システムの送気法として十分実用になる可能性をもつ。
- 2) 複数針で印加電圧一定の場合、電極間距離が小さい範囲では、管内平均流速、流量は針数の増加とともに増加するが、やがて一定値に達し、それ以上針数

を増やしても流量の増加は見られない。

- 3) 同じ電極間距離で同一流量を得る場合、針数4本の印加電圧は1本の印加電圧よりも低く、ある条件下では約2/3であった。
- 4) 消費電力一定の条件下で流量を最大にする電極間距離が存在する。また、全圧効率が最大となる電極間距離も存在し、両電極間距離はほぼ一致した。
- 5) 送風圧力は最大でも1 Pa強である。
- 6) 1 mの流路をつけた状態での電気一流体運動間の全圧効率の最大値は、0.2%強であった。

謝辞 装置の製作、実験に協力された当時の学部生、矢内正隆、水島英俊、渡辺秀雅、蝦草裕志、下田裕、浅間智人、月岡友茂、五百住勝久、石崎隆の諸君、および圧力の測定等に協力された水谷巡君に謝意を表す。

文 献

- (1) Abdul-Jabbar N. Khalifa, Evaluation and Energy Balance Study of a Solar Still with an Internal Condenser, Journal of Solar Energy Research, Vol.3, No.1, (1985)1-11
- (2) S.T. Ahmed, Study of Single-effect Solar Still with an Internal Condenser, Solar & Wind Technology, Vol.5, No. 6, (1988)637-643
- (3) Nabil A. Rahim and Emad Taqi, Comparison of Free and Forced Condensing Systems in Solar Desalination Units, Renewable Energy, Vol.2, No.4/5 (1992)405-410
- (4) 棚谷吉郎・谷口隆生, 太陽熱蒸留器用多重効用ユニットの性能に対するイオン風の強制対流効果, 太陽エネルギー, 20-6 (1994)33-39
- (5) 棚谷吉郎・佐藤伸一, イオン風による強制対流型多重効用ユニットの研究, 太陽エネルギー, 22-6 (1996)67-74
- (6) Robinson M., Movement of Air in the Electric Wind of the Corona Discharge, AIEE Transactions, 80(1961)143-150
- (7) 足立宜良・川崎元之, コロナ放電電界中のイオン風, 静電気学会誌, 2, 3 (1978) 158-168
- (8) 例えば, 足立宜良・大久保利一, コロナ放電に伴って発生するイオン風, 静電気学会誌, 11, 4 (1987) 246-254
- (9) 足立宜良ほか2名, 針対平板電極における放電空間の負イオン風流速分布, 電気学会論文誌A, (昭52-5) 97, 5 (1977) 259-266
- (10) JIS B8330-1981
- (11) G. V. Jorgenson and E. Will, Improved Ion Drag Pump, Review of Scientific Instruments, Vol.33, No.1 (1962) 55-56