

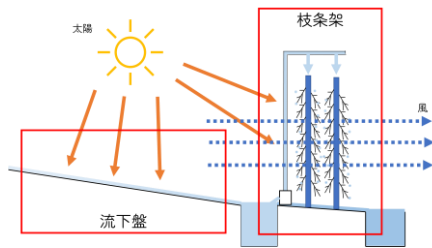
回転式製塩システムの開発と効率化の検討

情報通信システム工学科 191209 小濱 就 指導教員：亀濱 博紀

1. はじめに

伝統的な製塩では、海水を煮詰めて塩を取り出す前に、流下式塩田(図1)という手法によって海水を濃縮する[1]。この手法は、自然のエネルギーのみを使って海水を濃縮することができる一方、天候の影響を大きく受ける。本研究では、既存の手法で効率が低下する部分を人工的なエネルギーで補うことにより、海水濃縮の効率化と安定化を図る。

図1. 流下式塩田



2. 原理

水平な水面上を一定の風速、温湿度をもつ風が吹いているとき、水の蒸発速度は次式で計算される。

$$v = Sh \cdot D \cdot (c_1 - c_2) / l$$

v : 蒸発速度[kg/m²s] Sh : シャーウッド数

D : 水蒸気の拡散係数[m²/s] l : 水面の代表長さ[m]

c_2 : 空気の蒸気量[kg/m³]

c_1 : 水面付近の飽和蒸気量[kg/m³]

ここで、 Sh は風速の1/2乗に比例する。与式より、水分の蒸発速度を増加させるためには、以下が重要である。

- ① 海水温を上げる→水面の飽和蒸気量(c_1)を上げる
- ② 空気の除湿・循環→水面の蒸気量(c_2)を下げる
- ③ 風速(u)を上げる→シャーウッド数を増加させる
- ④ 空気と水が触れる面積を大きくする→ c_1 が上がる

3. 手法

回転する円筒（ロータ）を用いた、図2の手法を提案する。

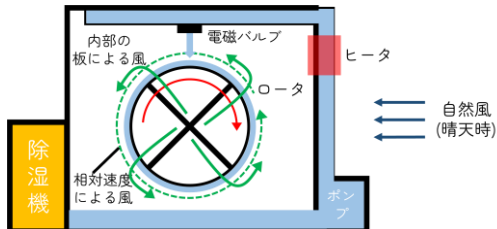


図2. 提案する海水濃縮手法

ロータの表面に海水を張り、回転させると、ロータの表面と空気との間に相対速度が生じる。これはロータの周りに風が生じているのと同じで、2章で説明した海水が蒸発

する条件の③と④を満たす。また、晴天時はロータを開放し、自然の風で空気を循環させ、雨天・多湿時はロータを密閉し、除湿機で湿度を下げる。これにより条件の②を満たす。また、ヒータによって水温を上げることで条件の①を満たす。本研究では、ヒータの実装は行わず、

① システムのセンサモジュールと制御モジュールの開発

② ロータの最適な形状の検討

③ ロータの回転数と海水濃縮効率の関係の分析

を行う。実験は、図3に示すように空気の除湿と循環が十分に行われた環境で、装置を開放して行う。ロータの形状と回転数をそれぞれ変化させて実験を行う。

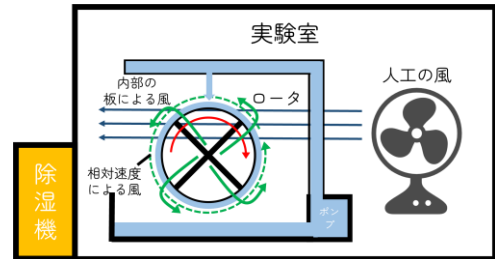


図3. 本研究の実験環境

4. 結果

それぞれのロータ形状、回転数での海水濃縮効率と、実験時の平均気温、湿度、水温を表1に示す。

表1: 各ロータ形状、回転数での海水濃縮実験結果

ロータ形状	ロータ 回転数 [rpm]	濃縮 効率 [ml/h]	平均 気温 [℃]	平均 湿度 [%]	平均 水温 [℃]
板有、円筒	52	47.10	35.14	24.75	18.99
板無、円筒	52	50.62	33.25	30.09	18.98
板無、円筒	40	43.80	34.57	33.48	21.07
垂直	52	79.48	28.75	31.18	18.61
放置	52	4.67	33.69	31.81	19.84

結果より、最適なロータの形状はロータの回転方向と垂直に網を張ったものであり、他手法に比べて効率は約1.5倍であった。また、ロータの回転速度が大きくなると、海水濃縮効率も大きくなることが分かった。

5. まとめ

新海水濃縮手法について、システムの開発、ロータの形状の検討、ロータの回転速度と海水濃縮効率の関係の分析を行った。結果として、回転方向と垂直に網を張った形状のロータで、濃縮効率が最大になった。

参考文献

[1] 川原琢磨:「流動濃縮法の研究(第1報)流下式塩田に関する基礎研究」, 日本塩学会誌, Vol.7, No.2 pp.73-80 (1953)