

II-566

太陽電池からのエネルギーで駆動する小型浄水プラント運転のシミュレーション

東京理科大学 学生員 ○入口泰尚 正員 出口浩 正員 柏谷衛
(株)CTIサイエンスシステム 正員 斎藤秀晴 正員 勝間田純一郎

1. はじめに 筆者らは太陽電池パネルで発電した電気エネルギーで稼働する小型浄水プラントを製作し、大学構内にプラントを設置して運転を行ってきた。¹⁾²⁾ このプラントに更に改良を加えるとともに、このプラントの運転で得られたデータを基にこのプラントを運転するための太陽電池パネルの面積とバッテリー容量との関係をシミュレーションにより検討したので以下に報告する。

2. 蓄電ユニットと浄水ユニット 本システムの概要を図-1に示す。蓄電ユニットでは太陽電池パネル発電による電流、電圧の測定を行い、バッテリーへの充電量を調べた。また同時に全天日射量を求めるために照度を測定した。浄水ユニットではバッテリー充電量の制御を行い、これを電源とし小型浄水プラント運転した。

3. 小型浄水プラント 小型浄水プラントは受水槽、反応槽、及び凝集剤注入機、ろ過槽、紫外線殺菌槽、貯水槽、逆流洗浄用高架水槽、簡易脱水槽で構成されている。

図-2に示した改良後のプラントは池の水を汲み上げ受水槽を経て、40ℓの水が反応槽へと送水される。この反応槽でPACの注入が行われ急速攪拌(45秒)と緩速攪拌(15分)の後、沈殿(20分)により固液分離される。上澄水24ℓはろ過槽でろ過され、汚泥を含む残留水は簡易脱水槽で汚泥を除去した後排水される。ろ過水は紫外線殺菌槽へ送水され、紫外線照射後に貯水槽に貯えられる。またろ過層の目詰まりによってろ過速度が低下すると逆洗浄が行われる。これら一連の運転はコンピューターで制御されており、1日に708ℓの飲料水を供給可能にしている。また浄水プラント本体及び周辺機器を含めて、498KJ/dayのエネルギーを消費する。

4. 小型浄水プラント原型と改良型の相違 小型浄水プラントの原型(改良前)では受水槽が低部にあり、反応槽の攪拌をポンプで行い、ろ過槽ではろ過10回に1回の割合で逆洗浄を行っていた。このプラントを出来るだけ省エネルギー化するため、改良後のプラントでは①受水槽を反応槽よりも高い位置に設置し、位置エネルギーの利用を図る。②反応槽の攪拌を機械攪拌に変える。③ろ過層の逆洗浄をろ過の目詰まりを判断した上で行うように改めた。

原型と改良型との単位処理水量当りの消費エネルギーを比較したのが図-3である。全体として改良型は原型の41%の消費エネルギーとなった。個別では、受水ポンプ部で原型216KJ/m³から改良型12KJ/m³、反応槽部で313KJ/m³から78KJ/m³、ろ過槽部で11KJ/m³から4KJ/m³になった。

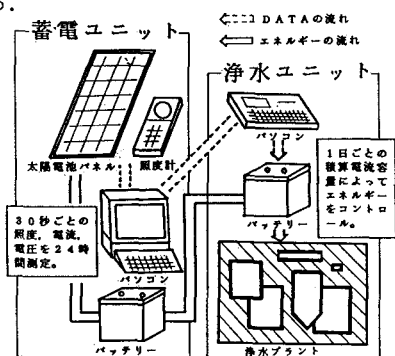


図-1 太陽電池を用いた浄水プラントのシステム

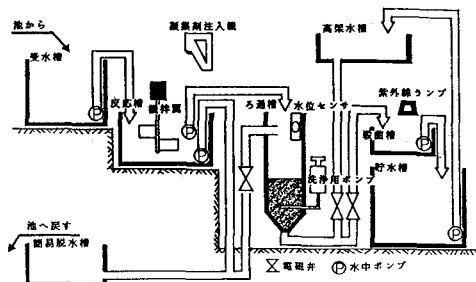


図-2 改良後の浄水プラントのフロー

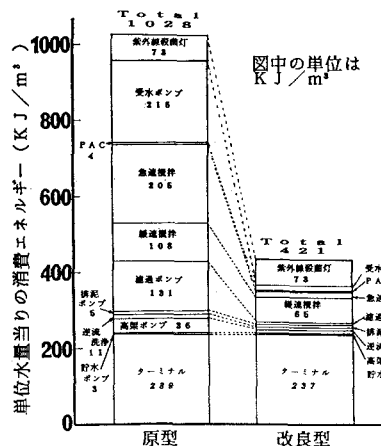


図-3 原型と改良型の単位処理水量当り消費エネルギー

5. 小型浄水プラントの処理効果 プラントの運転で原水を供給した池の水は富栄養化が進行しており、原水水質はpH7～8.4、濁度35～140度、KMnO₄消費量10～100mg/ℓであった。しかし処理水ではpH6～7.5、濁度0.5～1度、KMnO₄消費量0.5～5mg/ℓであり、飲料水水質基準が遵守できるものであった。

6. 太陽電池パネルの充電量 小型浄水プラントは北緯35°55′の位置に設置されていることを考慮し、またこの位置で南中時の太陽光線に対して太陽電池パネルが法線面を形成出来るように、パネルの設置角度を水平に対して24.3°、36.4°、47.7°の3種類に変化させ、太陽電池パネル1枚（0.44m²）より得られる充電量を測定した。

太陽電池パネルの変換効率の季節変化を図-5に、充電量の季節変化を図-6に示す。太陽電池の変換効率はいずれのパネルも冬季になると変換効率が改善されている。設置角度36.4°がその変動幅が最も小さく11～13.3%であった。充電量については7～9月頃においてパネル設置角度による差が認められた。測定期間の範囲内ではパネル設置角度36.4°の充電量が最も大きかった。

7. 浄水システムのシミュレーション 小型浄水プラントを常に安定して運転するためには太陽電池パネルとバッテリーの組合せにより、安定した電源を確保する必要がある。周辺機器も含めて、498KJのエネルギーの消費を賄うのに必要な太陽電池パネル数とバッテリー数の組合せについて、柏市の全天日射量のデータ（1992.1～1992.12）を用いてシミュレーションを行った。シミュレーションでは過去の研究²⁾によりバッテリーは2個必要であることが分かっていたので、Case-1として太陽電池パネル1枚、バッテリー2個の組合せ、Case-2として太陽電池パネル2枚、バッテリー2個の組合せを設定した。シミュレーションの結果を図-7に示す。Case-1では12月中旬に運転不可能となるが、Case-2では年間を通じて充電状況が80%を下回ることなく安定した運転が行えた。

《参考文献》

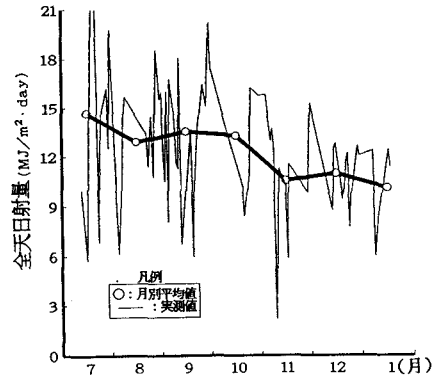


図-4 全天日射量の季節変化

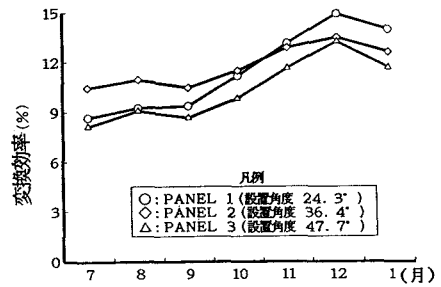


図-5 太陽電池の変換効率の季節変化

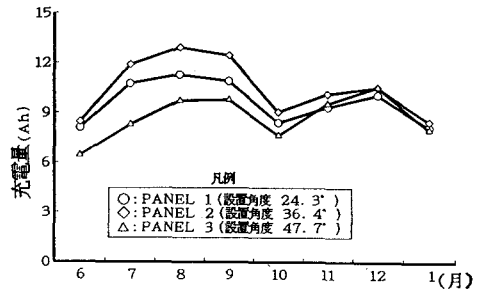


図-6 充電量の季節変化

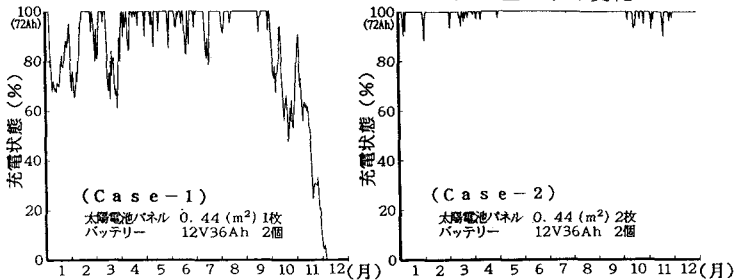


図-7 充電状態の季節変化（試算）（1992年の気象大学DATAより）

- 1) 柏谷衛・出口浩・山崎賢二(1992):太陽電池からのエネルギーで駆動する小型浄水プラントの試作(1)(2) 第26回日本水環境学会年會講演集, 188-191
- 2) 柏谷衛・出口浩・山崎賢二(1992):A Trial of Mini-plant for Drinking Water Production from Severely Entroficated-water by Combination of Solar-cell Panels and Lead Storage Batteries 第2回WPCFアジア・環太平洋水質汚濁防止會議論文