

低炭素社会に貢献する循環型浄化槽システムの 実現化への取組み

(公社) 宮城県生活環境事業協会浄化槽法定検査センター ○吉田 恵也
協業組合アクアネット 村上 武弘

1. はじめに

近年、地球温暖化対策として温室効果ガスの削減に向け、排水処理の分野において様々な取組みがなされている^{1, 2)}。浄化槽分野では、低炭素社会対応型浄化槽整備事業の実施やエコマーク制度の導入等により、低炭素社会対応型浄化槽が増加しつつある。これらの導入効果により、浄化槽のプロワにかかるエネルギー消費量および温室効果ガスの削減に寄与するものと考えられる^{3, 4)}。また、当県でも宮城県低炭素型水ライフスタイル導入支援事業⁵⁾により、さらに低炭素社会化が促進されると考えられる。一方で、既設浄化槽に付設されている従来型プロワの消費電力量は家庭電気使用量の約1割を占めているという報告⁶⁾もあり、これら従来型プロワに関しての政策等による低炭素社会への対策は実施されていないのが現状である。

そこで本研究では、一般の戸建住宅に設置された浄化槽を使用し、既設プロワと低炭素省エネルギー型プロワ（以下、省エネ型プロワという。）の比較を行った上で、省エネ型プロワにかかる電力を再生可能エネルギーにより全て賄う循環型浄化槽システムに転換することにより、浄化槽のエネルギー起源における温室効果ガスの削減への可能性について、実証試験の結果を基に報告する。

2. 実験方法

(1) 実験施設の概要

実験は宮城県内の戸建住宅に設置された、性能評価型嫌気ろ床担体流動方式の小型合併処理浄化槽7人槽で実施した。施設の実使用人員は大人3名で人員比は0.43であった。調査期間は平成23年10月から平成24年9月まで実施した。また、設置されていたプロワは従来型プロワであったため、本研究を実施するにあたり、可能な限り消費電力量の少ない省エネ型プロワに転換することとした。なお、従来型プロワと省エネ型プロワの比較は、表-1に示したとおりであるが、実験施設の定格送風量である60L/分のプロワを対象として、省エネプロワに転換した場合のプロワ消費電力量およびCO₂排出量は、約46%削減されることになる。

表-1 従来型プロワと省エネ型プロワの比較

項目	従来型プロワ	省エネ型プロワ	削減量
定格送風量(L/分)	60	60	0
消費電力(W)	59	32	-27
日間の消費電力量(Wh/日)	1,416	768	-648
月間の消費電力量(kWh/月)	42.48	23.04	-19.44
年間の消費電力量(kWh/年)	509.8	276.5	-233.3
年間のCO ₂ 排出量(kg-CO ₂ /年)	282.9	153.5	-129.4

※CO₂排出係数:0.555kg-CO₂/kWh

(2) 太陽光発電システムの導入

再生可能エネルギーの活用にあたり、第一段階として普及率が高いと考えられる太陽光発電により、省エネ型ブロワを常時稼働させる太陽光発電システムを導入した。

写真-1 に示したように太陽光発電システムは、発電用として 205W の太陽光パネル 3 枚を実験施設の倉庫屋根上に傾斜角 30 度で、真南の方位に設置した。また、写真-2 には発電した電力を蓄電するため、過充電を防止する MPPT 式充放電コントローラーを設置し、安全対策を施した上で、充電用に 12V 仕様 105Ah のバッテリーを 4 台並列に接続した。バッテリーは繰り返しの充放電等に対応するため、鉛式のディープサイクルバッテリーを採用した。バッテリーに蓄電した電力は直流の 12V 電圧なので、家庭用の交流 100V に変換するため、DC - AC インバーターを経由しブロワに接続している。なお、太陽光発電量、ブロワ消費電力量および日照時間等のデータを調査・記録した。



写真-1 太陽光パネルの設置状況

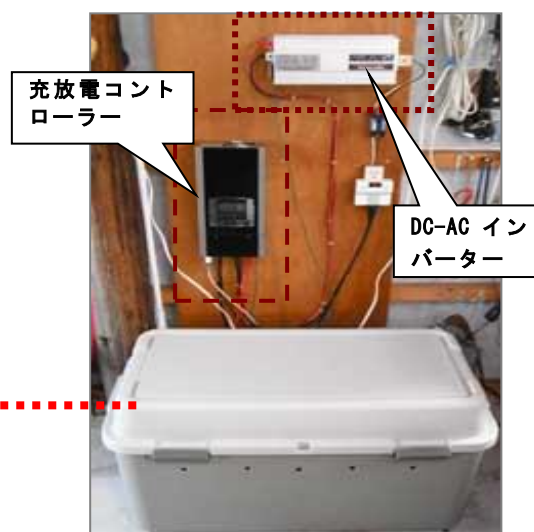


写真-2 コントローラ等の設置状況

(3) 太陽光発電における発電量・ブロワ消費電力量および浄化槽処理水質の変化

太陽光発電導入後、約 1 年間のブロワ消費電力量、発電量および浄化槽処理水質の経月変化を調査した。また、各データの記録に当たっては、ブロワ消費電力量は消費電力計により記録し、太陽光発電量は充放電コントローラーから PC に記録した。

浄化槽処理水の採水は、月 1 回の調査時に沈殿槽上部から行った。処理水質は主に BOD 分析を実施し、下水試験法および JIS K 0102 に準拠して行った。

(4) 太陽光と風力によるハイブリッド発電システムの導入

第二段階として夜間および悪天候時にも安定的に発電するため、前段の太陽光発電システムに小型風力発電装置を追加し、ハイブリッド発電システムを導入した。写真-3 に示したように小型風力発電装置には、12V 仕様で最大 400W の発電が可能な水平軸 3 枚翼風車 (WF - 600N) を設置した。また、強風時に発電装置を制御するシステムのある MPPT 式充放電コントローラーを追加し、太陽光発電システムと同様の写真-4 に示した場所に設置した。



写真-3 太陽光パネルと風力発電装置の設置状況



写真-4 小型風力発電用充電コントローラー等の設置状況

3. 結果と考察

(1) 太陽光発電システム導入における発電量等と処理水質の変化

実験期間中の太陽光発電システム導入時の発電量、ブロワ消費電力量、日照時間および処理水質の変化は図-1 に示したとおりである。この結果から、日照時間の変動に比例して発電量が増減していることが分かった。また、月間の発電量は、ブロワ消費電力量の月あたりの積算値である、23kWh を各月で上回る結果が得られた。しかし、実際のブロワ消費電力量が 23 kWh を下回った 10月と12月に関しては、日照不足、設置機材の不具合および太陽光パネルへの積雪の影響により、一時的にブロワが停止したことを確認している。このときの処理水質の結果は、12月の処理水 BOD 値で 24.0mg/L となり、浄化槽の性能基準値を超過した。

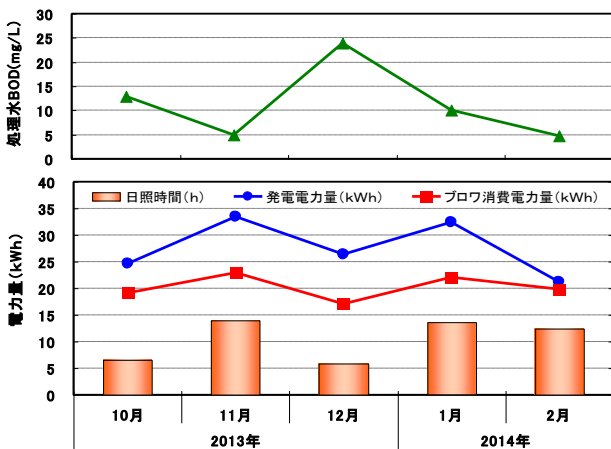


図-1 太陽光発電システム導入における発電量等と処理水質の変化

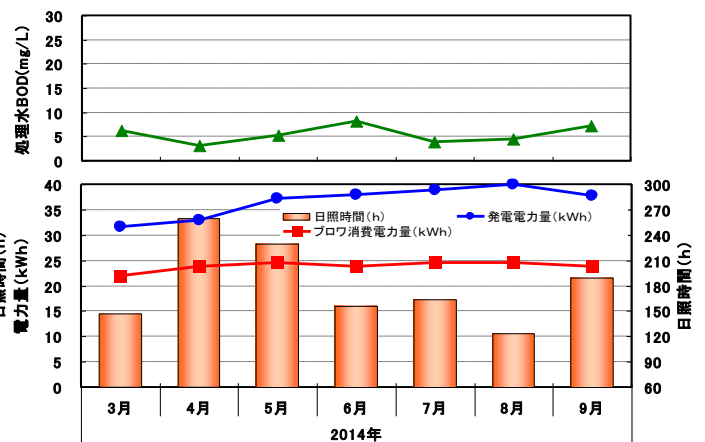


図-2 ハイブリッド発電システム導入における発電量等と処理水質の変化

(2) ハイブリッド発電システム導入における発電量等と処理水質の変化

前述の影響に対応するため、2014年3月から風力発電装置を追加し、太陽光と風力のハイブリッド発電により、電力供給を実施した。結果は図-2 に示したように月あたりの発電量が増加し、3月 31.6 kWh、4月 33.0 kWh、5月 37.2 kWh、6月 38.0 kWh、7月 38.9 kWh、8月 40.0 kWh、9月 37.8 kWh となった。これにより、太陽光パネルのみの場合では、日照時間とほぼ比例して発電量が増減していたものが、ハイブリッド発電を開始してから、発電量がブロワ消費電力を常に上回り、安定した電力供給が得られるようになった。また、各月の処理水 BOD は 10mg/L を下回り、非常に良好な処理水質が得

られる結果となった。これにより、浄化槽の使用段階におけるエネルギー起源に由来する温室効果ガスの排出をほぼ 100%削減することが可能であることが分かった。また、本研究で構築した発電システムは、自然災害等の発生による緊急時には、バッテリーに蓄電している電力を使用できるシステムとなっているため、災害時等の電源確保に期待ができる。

4. まとめ

- ① ブロワの比較の結果、60L/分の送風量の場合で従来型ブロワと消費電力量を比較すると、省エネ型ブロワの方が消費電力量は低減されており、ブロワを転換するだけでも 46%の CO₂削減に貢献できる。
- ② 太陽光発電システムにより、発電量は日照時間の変動と相関していることが分かったと同時に、月間の発電量は、ブロワ消費電力量の約 23 kWh/月を上回る発電量が得られることが分かった。
- ③ 一時的ではあるが、機材トラブルや日照不足および太陽光パネルへの積雪の影響により、ブロワの停止を確認した。
- ④ ③の影響に対応するため、ハイブリッド発電システムにより、月間の発電量が増加し、安定した電力を供給できることが分かった。
- ⑤ ④の効果により、各月の処理水 BOD は 10mg/L を下回り、非常に良好な処理水質が得られる結果となった。
- ⑥ 浄化槽の使用段階におけるエネルギー起源に由来する温室効果ガスの排出量については、ほぼ 100%削減することが可能であることが分かった。
- ⑦ 本発電システムは、自然災害等の発生による緊急時には、バッテリーに蓄電している電力を使用できるシステムとなっているため、災害時等の電源確保に期待ができる。

5. おわりに

これまで本研究の結果について述べてきたが、実現化にあたってはコスト面の問題等が残っており、今後の検討課題である。また、太陽光パネルおよびバッテリー等の耐用年数に関しても継続した調査研究を実施していく予定である。

最後に、低炭素社会に貢献する本研究の発電システムを一般的に普及させるためには、市町村設置型浄化槽等の公設型浄化槽への付設が望ましいと筆者らは考えている。これに関しては、今後、新たな制度等による仕組み作りが望まれるところである。

参考文献

- 1) 稲森悠平、徐開欽、稲森隆平、陶村貴、須藤隆一：地球環境問題としての低炭素社会型の排水処理の方向性と国際的展望、用水と廃水（2010）。
- 2) 西村修、濱中俊輔：低炭素社会を目途とした生態工学の活用技法、用水と廃水（2010）
- 3) 浄化槽システム協会：平成 21 年度浄化槽の低炭素化に向けた調査検討業務報告書（2010）
- 4) 古市昌浩：浄化槽分野における低炭素化の検討事例、月間浄化槽（2011）
- 5) 宮城県：循環型社会推進課 HP（2015）
- 6) 高畑俊祐、千葉信男、西村修、山崎宏史、吉田恵也：DO 制御が浄化槽の処理性能に及ぼす影響解析、日本水処理生物学会（2013）