

関西大学大学院工学研究科 学生員 ○松本由紀子
関西大学工学部 正会員 三浦浩之
関西大学大学院工学研究科 正会員 和田安彦

1. はじめに

現在わが国において、資源の枯渇を防ぐことおよび地球温暖化ガス排出量削減を目的として、エネルギー消費の高効率化と、化石燃料から自然エネルギー・リサイクルエネルギーへ転換するための努力が続けられており、2010 年度にはわが国の一次エネルギー供給量のうち、3.1%を新エネルギーによって賄うという目標が掲げられている¹⁾。

このような取り組みの中、都市静脈系施設である下水処理場においても、これまで利用されず廃棄されていた未利用エネルギーを有効に活用していく動きが活発化しており、既往研究においては①下水中の有機分の持つエネルギー、②処理廃熱、③処理水の持つ位置エネルギー、④施設上部空間を活用した太陽光発電について平均的な処理規模の処理場を対象として未利用エネルギーの定量が行われている。本研究においては処理廃熱に代えて下水熱を検討し、また、エネルギーの新しい利用システムである燃料電池を導入した。さらに、既存下水処理施設において未利用エネルギーの活用を行った場合のエネルギー回収可能量および環境負荷削減量を定量することにより、その具体的な有効性を示す。

2. 回収する未利用エネルギー

処理人口 362,000 人、処理能力 175,400 (m³/日) の A 下水処理場を対象として、未利用エネルギー回収可能量および環境負荷削減量を定量する。A 下水処理場は、処理能力の進捗率が平成 8 年度末時点で全体計画の 28.8%の流域下水道であり、住宅地、農地に隣接している。A 下水処理場の概要を表-1 に示す。

本研究で対象とする回収未利用エネルギーは以下の 4 つである。

- ①沈殿池、エアレーションタンク、塩素混和池、ポンプ室の上
部空間および空地を利用した太陽光発電
- ②下水汚泥消化ガスを用いた燃料電池発電
- ③下水の持つ運動エネルギーを利用した小規模水力発電
- ④下水の持つ熱エネルギーの利用

表-1 施設概要

敷地面積	m ²	321,780
計画処理人口	人	560,000
計画処理能力	m ³ /日	362,000
平成 12 年度処理能力	m ³ /日	175,400
関係都市数		2 市 1 町

太陽光発電では A 処理下水場においては敷地面積の約 45%に太陽光パネルを設置することが可能であり、燃料電池を用いた消化ガス発電は横浜市において実施例がある²⁾。なお、現在この A 下水処理場では汚泥の消化処理は行われていないが、消化処理を行った場合を想定して定量を行う。小規模水力発電は下水の持つ位置エネルギーの利用を検討することが一般的であるが³⁾、A 下水処理場は発電可能な有効落差を得にくいいため、管路中に発電機を設置し下水の持つ運動エネルギーを利用する方法を検討した。下水熱に関しては、放流水よりヒートポンプを用いて熱を取り出すこととした。

3. 利用可能エネルギー量と環境負荷削減量

定量結果の年間を通しての変動を図-1 に示す。太陽光発電は、最適傾斜角日射量の変化に伴い夏季に発電量が増加する。発電量が最も多い 8 月は最も少ない 12 月のおよそ 1.5 倍となり、購入電力などに比べると太陽光発電は比較的変動の大きなエネルギーであるといえる。

燃料電池発電は年間を通して安定した電力供給を行うことが可能であるが、夏季に発電量が若干少ない。これは夏季には污泥処理過程に入る前に下水が微生物の発酵作用を受けるためであると考えられている。小規模水力発電による電力は年間を通して極めて少なく、全体量の1%程度となっている。

下水熱は夏季と冬季のエネルギー回収量に差があり、気温と処理水温の温度差が小さい夏季には回収量がほぼゼロとなっている。

全体としては太陽光発電の占める割合が高く、回収量が最小の1月であっても全体の約5割を占めている。また、年間におけるエネルギー回収可能量の変動は、太陽光発電と下水熱が補完し合う形となっているものの、各月の回収可能総量は夏季に若干減少している。

未利用エネルギーのうち電力として回収することができるエネルギーの総量と、下水処理場内における電力消費量、および回収した電力を処理場内で利用する際の電力自給率を図-2に示す。未利用エネルギーにより年間を通して70~100%の場内消費電力を賄うことができる。特に夏季は未利用エネルギーによる発電が多く、100%自給することが可能である。

このとき環境負荷排出量削減効果として、未利用エネルギーを有効利用するシステムを実施した際の電力消費に起因するCO₂排出量の削減効果を図-3に示す。NO_x、SO_xについても同様の結果が得られ、CO₂、SO_x、NO_xに関して年間電力消費量に起因する環境負荷の約9割を削減できることが明らかとなった。

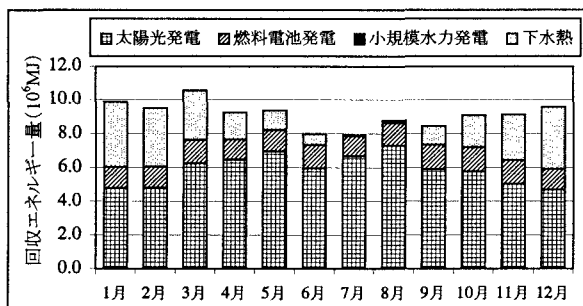


図-1 未利用エネルギー回収可能量の変動

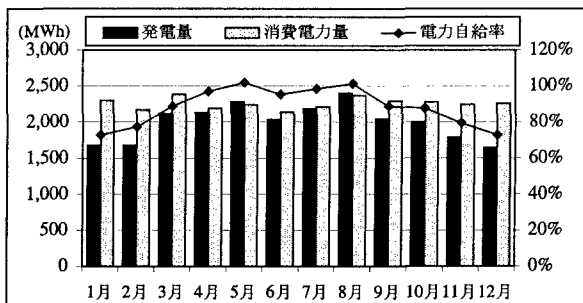


図-2 発電量と消費電力量、電力自給率の変動

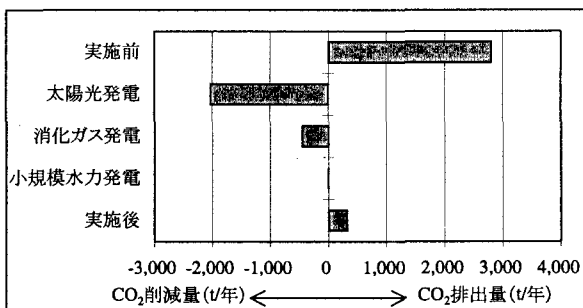


図-3 電力消費に起因するCO₂排出量削減効果

4. おわりに

本研究においては、A 下水処理場における未利用エネルギーの利用可能量を定量し、さらに得られたエネルギーを A 処理場内において有効利用した際の環境負荷削減効果を示した。電力として回収可能な未利用エネルギーを A 下水処理場内で利用することにより、場内消費電力の70~100%を賄うことが可能であるが、システム導入のためには設備の建設や維持管理に伴う環境負荷を考慮する必要がある。

さらに今後は、実際に下水処理場において未利用エネルギーを利用することを想定した場合の、費用面での検討も求められる。

最後に本研究を進めるにあたり、種々の面からお世話になった方々、貴重な資料を提供して下さった関係者の方々に深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 日本の新エネルギー（導入の現状と促進のための取り組み）：（財）新エネルギー財団，1999.3.
- 2) 篠崎功 他：污泥消化ガス燃料電池発電システム，東芝レビュー，Vol.55，No.6，2000.
- 3) 新エネルギー開発利用実態調査報告書（総合編）新エネルギーデータベース：（財）新エネルギー財団，1998.