下水処理場・浄水場における新エネルギー・省エネルギーの導入効果に関する基礎的研究

和歌山市役所　　石崎　達也
和歌山大学　正会員　○吉田　登

１．目的

既存の環境社会資本（インフラ）が，エンド・オブ・パイプ（末端処理）を越え，インフラに関連する物質フローに革新技術を適用し，未利用資源活用やサービス展開を図りつつある．本研究は，環境インフラの代表として上下水道を取り上げ，沈殿池上部等での太陽光発電，流体輸送機械へのインバータ適用，消化ガス利用によるコジェネレーションでのエネルギー消費改善事例を調査し，これをもとに，インフラの更新周期を考慮した全国規模での効果を推計することを目的とした．

２．分析方法

分析方法は，まず既存事例をもとに各環境インフラにおける，施設の中での新・省エネルギー技術の導入可能範囲と導入する更新時期を設定し，次にその設定条件での発電量やエネルギー削減原単位からエネルギー消費の改善量を求め，それを全国のインフラに拡大推計して積上げた（表１参照）．

（１）太陽光発電

太陽電池出力は，設置可能面積に設置面積あたりの発電出力（電池効率）を乗じて算定した．設置可能面積については，下水処理場は曝気槽屋根，浄水場では沈殿池上部及びろ過池上部とし，これらの面積は処理水量の関数として算定した（図１）．電池出力は，既存下水処理場事例（出力 20kW）から 0.048kW/㎡を用いた．日射強度 1kW/㎡，システム出力 0.7 とした．太陽光発電の導入は，電気・機械設備の更新時（耐用年数 25 年）にあわせて導入されるものとした．

表１　エネルギー消費改善量の算定式

太陽光発電
発電量=太陽電池出力(kw)×年間日照量(kwh/年・m2)／日照強度(1kw/m2) ×システム出力係数(0.7)
太陽電池出力(kw)=設置可能面積(m2)×電池効率(0.048kw/m2)
インバータ
電力削減量=導入前動力消費(kwh/年)×(流量比)^2／ブロア実効率(0.8)
コジェネレーション
発電量=メタン発生量(Nm3/日)×ガスエンジン発電効率(0.4) ×発熱量換算係数(10,000kcal/Nm3)／電力換算係数(860kcal/kwh)
蒸気・温水廃熱回収量=発電量×廃熱回収率×ボイラ効率

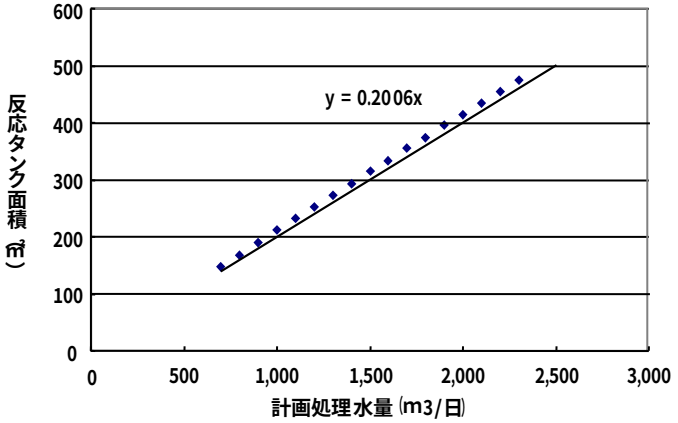

図１　計画処理水量と反応タンク面積の関係

（２）インバータ

インバータの導入箇所については，下水処理場では曝気用ブロア，浄水場では浄水・送水ポンプを想定した．導入効果は，流量比が 0.8 以下の処理場を対象として，流量比の 2 乗に比例して動力が削減されるものとし，ブロアの実効率は 0.8 とした．流量比の代理指標として下水道統計の送風倍率と計画送風倍率の比をとった．水道統計には流量比に代わる指標が設定できなかったため，ポンプの回転数低減率は 80%まで一律削減，ｲﾝﾊﾞｰﾀ損失は 0.05 とした．導入時期は太陽光発電と同様，電気・機械設備の更新時（耐用年数 25 年）にあわせて導入されるものとした．

（３）コジェネレーション

下水処理場における消化ガスを燃料とするガスエンジンのコジェネレーションを想定した．消化ガスの場合

キーワード　下水処理場，浄水場，太陽光発電，インバータ，コジェネレーション
連絡先　〒640-8510　和歌山市栄谷 930　和歌山大学システム工学部環境システム学科　ＴＥＬ073-457-8348

は汚泥発生量から消化ガス発生量を推計し，これにガスエンジンの発電効率 0.4 を乗じて発電量を算定した．熱利用については，蒸気廃熱回収率 0.158，温水廃熱回収率 0.186，ボイラ効率 0.8 とした．コジェネレーションの導入には配管等の大規模な更新を伴うため，ここでは施設そのものの更新を想定し，土木設備の耐用年数 50 年の更新時期に対して導入を想定した．

7．分析結果

図 2～3 に，各技術の導入効果を電力換算値として示す．この結果より，次のことが考察される．①今後 50 年の間に，計画的な導入がなされると仮想した場合，下水処理場では 34,326Gkwh，浄水場では 1,544Gkwh のエネルギー削減が見込まれる．コジェネレーションによる効果が大きい．②技術ごとに導入の規模と時期の特徴が異なる．太陽光発電、インバータに比べ、コジェネレーション等の規模の大きい技術の効果は比較的緩やかな増加傾向を示す．は③導入効果の不連続な変化は，施設や機器設備の更新時期にばらつきが大きいことを示すものである，下水処理場では 1980 年初頭に新設，更新された施設が多くそれが 2030 年以降に更新時期を迎える．まとまった更新は導入効果とともに導入費用の増大も招くため，技術変化を見通した計画的な更新が必要である．

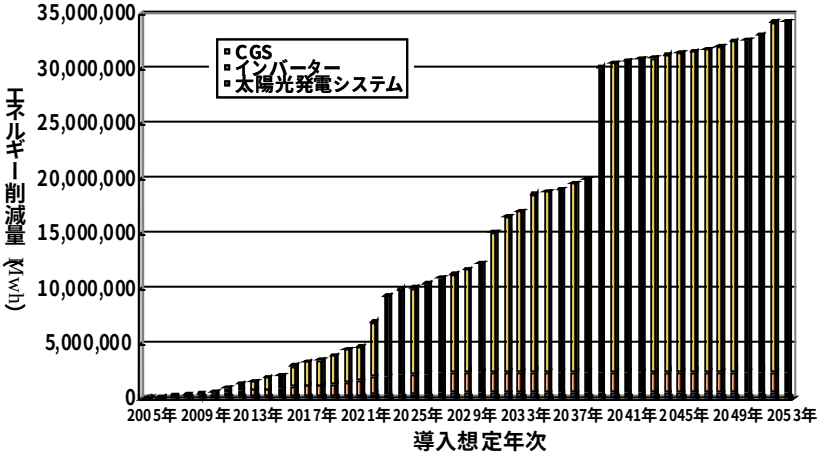

図 2　下水処理場への新・省エネルギー技術導入効果

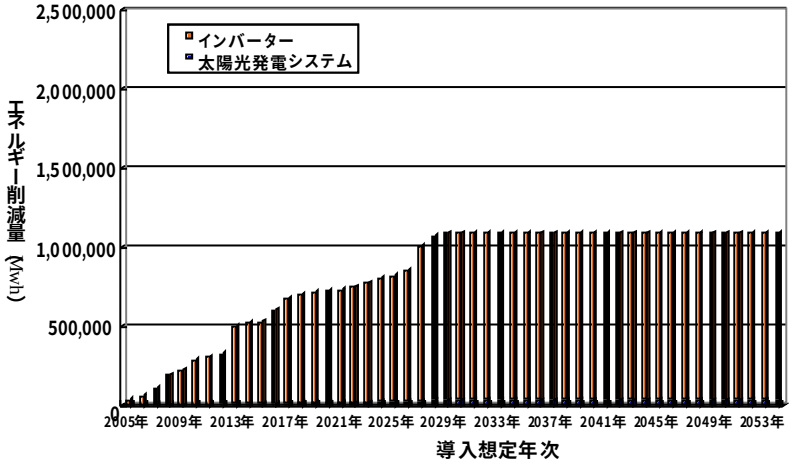

図 3　浄水場への新・省エネルギー導入効果

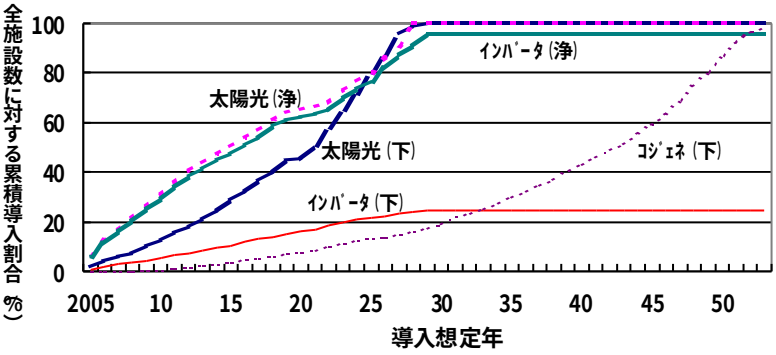

図 4　全施設数に対する累積導入割合の経年変化

謝辞

研究にあたり，日本下水道事業団，大阪市柴島浄水場，神戸市奥平野浄水場，京都府乙訓浄水場，芦屋市下水処理場，名古屋市鍋屋上野浄水場，東京都水道局，大阪府水道部，阪神水道事業団，和歌山市水道局の皆様から多くの資料提供，ご教示を賜りました．ここに記して謝意を表します．

参考文献

1) 平成 14 年度版　下水道統計行政編，(社)日本下水道協会
2) 平成 14 年度版　水道統計施設・業務編，(社)日本下水道協会
3) 和歌山市上・工業用水事業省エネルギー事業化 FS 調査報告書，和歌山市水道局
4) SOLAR CLINIC(太陽光発電ユーザー支援サイト)　http://www.jyuri.co.jp/solarclinic/genhowto.htm
5) 省エネルギーセンター　http://www.eccj.or.jp/audit/04factory/02-12.html 及び/03factory/02-03
6) 公共施設における新エネルギー導入研究報告書，大阪科学技術センター
7) 資源協会編：家庭生活のライフサイクルエネルギー，あんほるめ
8) 資源協会編：大都市生活のライフサイクルエネルギー，あんほるめ