

九州大学伊都地区での下水再生水設備の運用に関するコスト評価

九州大学工学部 学生会員 ○菅原啓 九州大学大学院工学研究院 正会員 久場隆広
九州大学大学院工学府 学生会員 渡邊俊介

1. 序論

九州大学では 2005 年以降、大学の機能を段階的に伊都地区に移し、2018 年に全移転を終えた。段階的な移転に伴い、学内人口も 2007 年の約 5,200 人から 2018 年には約 18,700 人と 3 倍以上増加したり。そのため、学内人口増加による水需要の急速な拡大が懸念された。また、福岡市には一級河川が無いいため、ダム等での十分な貯水が難しく渇水が起りやすい。さらに、伊都地区周辺地域では移転以前から農作物等への塩害が問題となっている。地下水を農業用水として広く利用しているため、地下水位低下と渇水の影響により、地下水域への海水流入が憂慮された。大幅な水需要への対応と周辺地域の環境保全を図る目的で、環境安全センターが 2004 年に建設された。この施設では、生活排水や実験排水を浄化処理した水（再生水）を学内に供給している。

また、九大での再生水供給の運用費は、福岡市上水道料金より安価であると公表されている²⁾。従って、再生水を用いることで、どの程度運用面において経費削減になるかを調査した。加えて、運用面での経費削減の手法として如何なるものがあるか、今後の九大における再生水利用の在り方も踏まえて考察した。

2. 九大再生水設備の概要

九大再生水設備の処理フローを図 1 に示す。トイレ排水を除く、学内の各実験室や食堂で生じた排水は、学内センターゾーンにある環境安全センターに集水され、下水処理される。夾雑物や有機物の除去後、MF、RO の各膜処理を経て、RO 膜透過水と RO 膜濃縮水に分岐し、各タンクに貯留される。透過水は実験用水として、濃縮水はトイレ用水として学内に供給される。再生水の使用後には排水が生じる。透過水の大部分は再び環境安全センターの原水槽に流入し、濃縮水は全量が福岡市下水道へ放流される。このような過程で、再生水の一部は循環利用されている。図 1 中の補給水の詳細については、3-2 節で述べる。

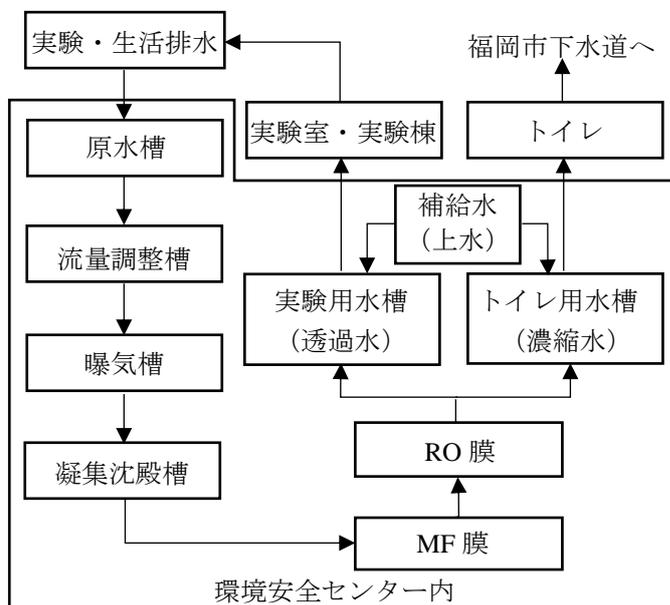


図 1. 九大再生水関連設備の処理フロー

3. コスト計算の手法

3-1. 再生水設備運用費のコスト評価

九大で再生水設備を運用したことにより、仮に学内で上下水道のみを利用した場合と比較して、どの程度経費削減が実現できたか、その計算手法を含め述べる。

ここで、以下のように名称をつけて議論を進める。

再生水設備を運用した場合……系 I

上下水道のみの利用の場合……系 II

始めに、2006 年度から 2017 年度までの上水使用量、環境安全センター原水槽流入量、再生水（透過水、濃縮水）供給量、下水放流量を調査した。系 II については、以下の式に代入して各使用量を年度ごとに算出した。

$$\begin{aligned} (\text{系 II の上水使用量}) &= (\text{系 I の上水使用量}) \\ &+ (\text{系 I の再生水供給量}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{系 II の下水放流量}) &= (\text{系 I の濃縮水使用量}) \\ &+ (\text{系 I の原水槽流入量}) \end{aligned}$$

上式により得られた流量を福岡市の上下水道料金表に代入して、系 I、系 II における各年度の累計料金及び、各累計料金の差額を算出した。また、再生水については 1 年間の運用費が 200~400 円/m³と公表されている²⁾。よって、ここでは中央値 300 円/m³よりもやや高い、350 円/m³として再生水料金を計算した。

3-2. 補給水の費用計算

透過水と濃縮水の各貯留タンクにおいて、水位がある一定値を下回ると、上水(水道水)が自動的に加えられる。この上水を補給水(図1)という。補給水は、再生水の不足分を補填したり、膜の破損等の突発的な事故などが生じたりする場合に必要である。しかし、上水のため必要以上に使用するとコストが割高になるという問題点がある。過去における補給水の総額を年度ごとに算出し、補給水を可能な限り減少させる方法及び、その方法により発生する効果について考察した。

4. 結果と考察

4-1. 再生水導入による経費削減

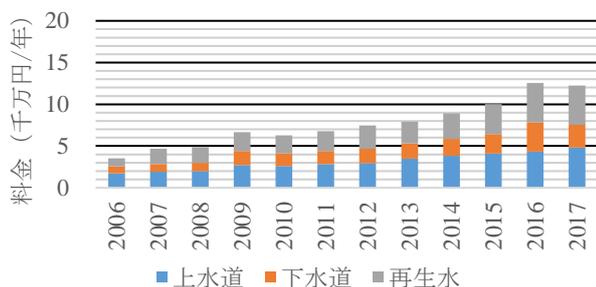


図2 系Iの年度ごとの料金

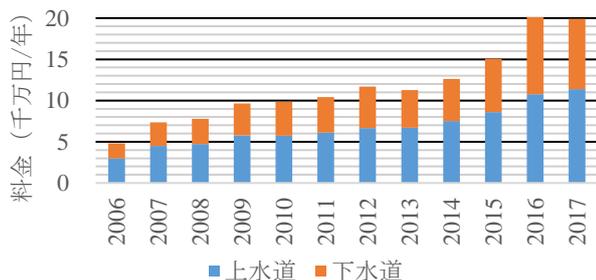


図3 系IIの年度ごとの料金

図2、3より、系I、系IIにおける累計料金はそれぞれ9億1900万円、14億500万円であり、2006年度から2017年度までの12年間の差額は4億8600万円であった。また、12年間の使用上水削減量は約76万 m^3 、排出下水削減量は約72万 m^3 であった。実際の運用費を示した図2について各年度に着目すると、2007、2009、2016年度で各々前年度に比べ、料金が高い。一因としては学内人口の増加が挙げられる。2007年度では工学系全移転、2009年度では基幹教育院移転、2016年度では前年度の理学系移転の影響が大きいと考えられる。

4-2. 補給水の減量による効果

図4より、補給水の総額は2007年度から2017年度までの累計で6500万円支出した。各年度の上水料金に対する補給水料金の割合を見ると、2014年度の約28%をピークに減少している。その原因は翌年度の理学系移転による再生水処理流量の増加、2017年度にRO膜

設備を2系列から3系列に増設したことが考えられる。

原水槽への排水流入量は移転による学内の人口増加に伴い増加し、2018年10月には文系と農学系の移転完了により、排水流入量は更に増加する。また、一般に実験用水の需要増加により補給水供給量は増加する。しかし、図4より、理学系移転後の2016、2017年において上水に対する補給水料金の割合が減少している。加えて、移転完了により排水流入量が増加する一方、文系では実験用水の需要が少ない。これらの要因により、今後、再生水処理流量の増加ならびに補給水量の減少が生じる可能性がある。また、移転完了前までは排水流入量の少なさもあり、再生水の余剰は生じなかったが、今後は排水流入量の増加により余剰分が発生し得る。これまで再生水の用途は、実験用やトイレ用、消火用に限られてきた。余剰分の発生により、農業用水や地下水涵養による塩水化の抑止など、大学周辺地域も含めた様々な用途が考えられる。



図4 年度ごとの補給水料金と上水道に占める割合

5. 結論

本研究では、再生水運用による経費削減の効果と補給水を減少させる手段の2点について考察を行った。そこで以下の結論を得た。

- 1) 学内で再生水を導入したことにより、過去12年間で上下水道のみで水需要を満足した場合に比べ、運用費が4億8600万円削減可能となった。
- 2) 補給水の費用は過去11年間で6500万円かかった。
- 3) 補給水量を減少させる手段としては、再生水処理流量の増加、膜設備の増設などが挙げられる。
- 4) 移転完了後、排水量と再生水量の増加により余剰水が発生したとすれば、周辺地域での農業用水や地下水涵養としての利用が期待される。

参考文献

- 1) 移転スケジュール - 九州大学伊都新キャンパス
<http://suisin.jimu.kyushu-u.ac.jp/guide/schedule.html>
- 2) 九州大学再生水処理施設 - 九州大学環境安全センター
<http://kan-an.jimu.kyushu-u.ac.jp/file/12-mizu-recycle.pdf>