

# 大学研究棟における雑排水と雨水の有効利用システムの LCA

## Life cycle assessment of water reuse system focused on gray water and rainwater in a University building

○黒崎久司\*<sup>1)</sup>、佐竹孝<sup>1)</sup>、吉川直樹<sup>1)</sup>、天野耕二<sup>1)</sup>、中島淳<sup>1)</sup>

Hisashi Kurosaki, Ko Satake, Naoki Yoshikawa, Koji Amano, Jun Nakajima

1) 立命館大学

\* rv0019kh@ed.ritsumei.ac.jp

### 1. はじめに

日本の浄水場からは直接飲むことができる水質で水道水が供給されている。しかし、トイレ洗浄水や植物の灌水に使用するには過剰な浄水処理となっている。

2014 年 4 月に立命館大学の新棟「トリシア」において雑排水をトイレ洗浄水として利用する「雑排水再利用システム」、雨水を植物への灌水として再利用する「雨水再利用システム」が導入された。このシステムの導入により、過剰な処理を減らし環境負荷量が減少することが期待される。本稿では、その導入効果を定量的に検討するために、環境負荷量の評価を行う。

### 2. 研究手法

#### 2.1 研究概要

トリシアに導入された雑排水再利用システムと雨水再利用システムの環境影響評価を行う。シナリオ分析として、雑排水に加えて雨水をトイレ洗浄水として使用する複合利用を想定し、従来システムと比較・評価を行う。さらに、利用人数や降水量の変化による評価結果の違いを分析する。

#### 2.2 上下水道システムのシナリオとフロー

発生した雑排水(台所排水)は従来、下水処理場で処理されるが、シナリオ①ではトリシアに設置された浄化槽で処理し、処理後の水をトイレ洗浄水として再利用する。

壁面緑化(植物への灌水)は従来、上水道から供給されるが、シナリオ②ではトリシアの屋上に降った雨を貯水池に貯めることで雨水を再利用する。

シナリオ③では、雨水利用のシナリオとしてトイレ洗浄水に再利用することも検討する。

設定したシナリオとその説明を表 1 に、シナリオごとの配水フローを図 1~4 に示す。

表 1 シナリオ名とその説明

シナリオ名	説明
従来型	雑排水と雨水の再利用を行わず、上水から供給し下水へ流す。
現行型 (①×0.5+②)	シナリオ②に加え、発生する雑排水の半分をトイレ洗浄水として再利用する。
雑排水→トイレ洗浄水 (①)	発生した雑排水をトイレ洗浄水として再利用する。
雨水→壁面緑化 (②)	貯水池に貯めた雨水を壁面緑化灌水として再利用する。
雨水→トイレ洗浄水 (③)	貯水池に貯めた雨水をトイレ洗浄水として再利用する。
複合型 (①+②+③)	シナリオ①②③を複合利用する。

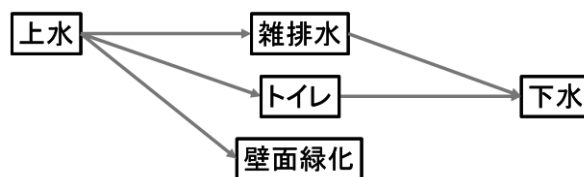


図 1 従来型の配水フロー

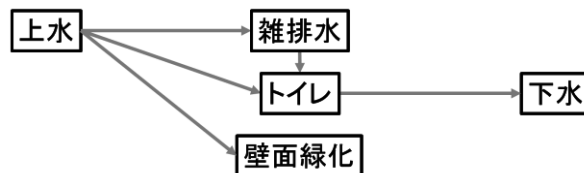


図 2 シナリオ①の配水フロー

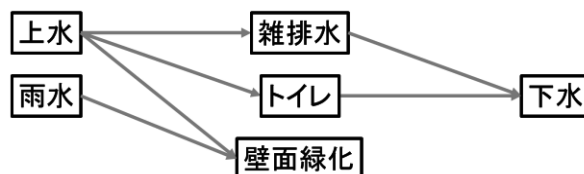


図 3 シナリオ②の配水フロー

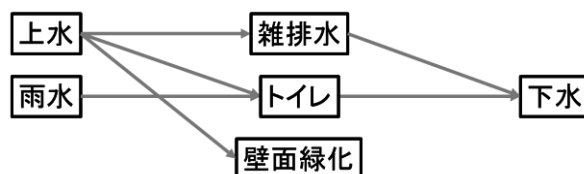


図 4 シナリオ③の配水フロー

## 2.3 使用するデータ

表2 使用する原単位データ

		単位
浄水処理 <sup>1)2)</sup>	0.253	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
下水処理 <sup>2)3)</sup>	0.323	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
電力消費 <sup>4)</sup>	0.516	kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
フロアの消費電力	33	W
雑排水量	3.98	m <sup>3</sup> /日
トイレ洗浄水量	1.23	m <sup>3</sup> /日
壁面緑化灌水量	0.85	m <sup>3</sup> /日

表1は使用する原単位データの一覧である。

浄水処理<sup>1)2)</sup>と下水処理<sup>2)3)</sup>の原単位はトリシアの立地する地域の各処理場における電力・燃料・薬品の年間消費量にそれぞれの環境負荷原単位を乗じた値を年間処理水量で除すことで単位水量当たりのCO<sub>2</sub>排出量を求めた。

雑排水量・トイレ洗浄水量・壁面緑化灌水量の原単位は、2014年7月5日～12月24日の累積値を日数で除すことで1日当たりの値に換算した。

## 2.4 計算方法

表1と浄化槽のフロアの消費電力から使用段階における環境負荷量をシナリオごとに計算する。

雨水の集水量は、1日ごとの大津市の降水量<sup>5)</sup>(2011年1月1日から2013年12月31日)にトリシアの集水面積を乗じて、さらに雨水流出係数0.9を乗じて算定した<sup>6)</sup>。貯水量の上限は実際のトリシアの貯水池面積162m<sup>2</sup>に水深1mを仮定し162m<sup>3</sup>とした。貯水量の初期値を上限値の半分である81m<sup>3</sup>とし、シナリオごとの上下水道使用量から環境負荷量を比較する。

## 3. 結果と考察

表3 シナリオごとの浄下水道処理量

シナリオ名	上水	下水	単位
従来型	6.05	5.20	m <sup>3</sup> /日
現行型	4.59	4.59	m <sup>3</sup> /日
シナリオ①	4.83	3.98	m <sup>3</sup> /日
シナリオ②	5.20	5.20	m <sup>3</sup> /日
シナリオ③	2.47	5.20	m <sup>3</sup> /日
複合型	1.38	3.98	m <sup>3</sup> /日

表2はシナリオごとの浄下水道処理量である。

雑排水のトイレ洗浄水への再利用は浄下水道処理量の双方を減少させる効果があり、雨水の壁面緑化灌水とトイレ洗浄水への再利用は浄水処理量のみを減少させる効果がある。複合利用を行った場合、従来型と比較し上水使用量は23%に、下水処理量は77%に減少した。

表4 シナリオごとの環境負荷量の内訳

シナリオ名	上水	下水	フロア (浄化槽)	合計	単位
従来型	1.53	1.68	0.00	3.21	kg-CO <sub>2</sub> /日
現行型	1.16	1.48	0.41	3.05	kg-CO <sub>2</sub> /日
シナリオ①	1.22	1.28	0.41	2.91	kg-CO <sub>2</sub> /日
シナリオ②	1.32	1.68	0.00	3.00	kg-CO <sub>2</sub> /日
シナリオ③	0.63	1.68	0.00	2.31	kg-CO <sub>2</sub> /日
複合型	0.35	1.28	0.41	2.04	kg-CO <sub>2</sub> /日

表3はシナリオごとの環境負荷量の内訳である。

雑排水の再利用システムで使用されるフロアによる環境負荷量の増加量よりも、上下水道使用量の減少による環境負荷量の減少量が大きいため、使用段階においてシステムの優位性を示すことができた。

## 4. おわりに

本研究では、雑排水と雨水の再利用システムの使用段階における環境負荷量を算出した。

今後の課題として、再利用システムにおけるポンプの電力消費量を計測し、発生する環境負荷量に加える必要がある。また、雨水の再利用システム導入に伴う環境負荷量の考慮を行う必要がある。

## 5. 謝辞

本研究の一部は文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1411032)による成果である。

## 6. 参考文献

- 1) 公益社団法人 日本水道協会：水道統計(平成19年度版)
- 2) 下水道における地球温暖化防止対策検討委員会：下水道における地球温暖化防止推進計画策定の手引き,(オンライン), 入手先<<http://www.mlit.go.jp/common/000036176.pdf>>,(参照2014-12-24)
- 3) 公益社団法人 日本下水道協会：下水道統計(平成22年度版)
- 4) 関西電力株式会社：“関西電力ウェブサイト”, CO<sub>2</sub>排出係数について,(オンライン), 入手先<<http://www.kepco.co.jp/corporate/kankyou/lowcarbon/co2.html>>,(参照2014-12-24)
- 5) 気象庁：“気象庁ウェブサイト”, 過去の気象データ・ダウンロード,(オンライン), 入手先<<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>>,(参照2014-12-24)
- 6) 公益社団法人 日本下水道協会：日本下水道協会編(1984)