

## グリーンインフラ実証施設における湿生植物の消費水量を考慮した水収支の検討

東急建設（株）正会員○柴野 一則

東急建設（株）正会員 金内 敦

東急建設（株）正会員 椿 雅俊

## 1. はじめに

神奈川県相模原市にある東急建設株式会社技術研究所内（以下、技術研究所）にグリーンインフラ実証施設（以下本施設とする）を整備した。前報では、貯留水循環型ビオトープの水収支を推定するため、水路内に植栽している湿生植物の消費水量の調査結果を報告した<sup>1)</sup>。本報では、湿生植物の消費水量の調査結果を用いて本施設の水収支について検討した結果を報告する。

## 2. 水収支モニタリング

## 2-1. 実証施設の水循環の構造とモニタリング

本施設は、約 120m<sup>2</sup> (9.5m×12.5m) の敷地に延長 9m の水路で構成され、集水面積 450m<sup>2</sup> の駐車場から集水し、地下の貯留槽に貯留する。貯留水循環型ビオトープ（以下ビオトープとする）の水循環は、太陽光を電源とした水中ポンプにより 20L/min 一定で稼働した。貯留量は、Sensez 社製の水位計 PPV-010K を用いて 10min 毎に測定した。また、技術研究所の敷地内に明星電気社製の気象計 POTEKA を設置し、気温、湿度、降雨量、日射量を計測した。

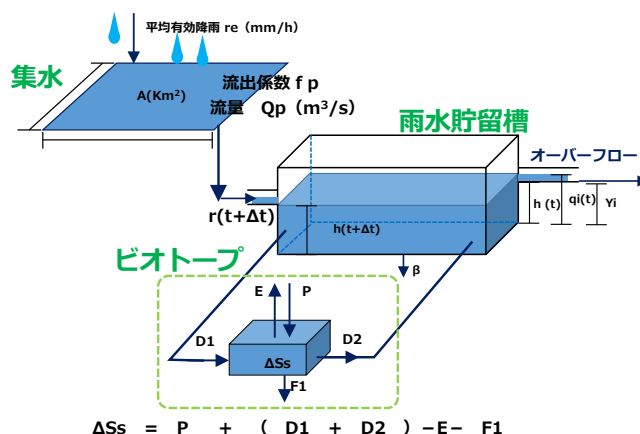


図1 貯留水循環イメージ図

## 3. 水収支計算

## 3-1. 簡易モデル

本施設の水収支の概念図を図1に示す。水収支の基本は、対象とする体積・期間についての水の質量保存則を記述するものである<sup>2)</sup>。本施設のビオトープは、集水した降雨を雨水貯留槽に貯留し、その雨水をポンプで循環する。この降雨の集水は、(1)式から求めた。

$$Q_p = f_p \times r_e \times A \quad - (1)^2$$

ここに  $Q_p$ : 雨量流出量 (m<sup>3</sup>/s),  $f_p$ : 流出係数,  $r_e$ : 降雨強度 (mm/h),  $A$ : 集水面積 (km<sup>2</sup>) とする。次に雨水貯留槽の水の貯留量は(2), (3), (4)により求めた。

$$h(t+\Delta t) = r(t+\Delta t) + \{h(t) - \sum q_i(t) \cdot \Delta t - \beta h(t) \cdot \Delta t\} \quad - (2)^2$$

$$0, \quad h(t) < Y_i \quad - (3)$$

$$q_i(t) = \begin{cases} 0 & , h(t) < Y_i \\ \alpha_i \cdot h(t) - Y_i & , h(t) > Y_i \end{cases} \quad - (4)$$

ここでは  $h(t)$ : 時刻  $t$  のタンク水深 (m<sup>3</sup>/s),  $q_i(t)$ : 時刻  $t$  のタンク流出孔からの流出高,  $r(t)$ : 時刻  $t$  における観測降雨,  $\alpha_i$ :  $i$  番目の流出項の係数,  $\beta$ : 下方への浸透を表す浸透項の係数,  $\Delta t$ : 計算時間間隔とする。ビオトープにおける水路の水収支は(5)の式により求めた。

$$\Delta S_s = P + (D_1 + D_2) - E - F_1 \quad - (5)^2$$

ここでは,  $P$ : 降水量,  $D_1$ : 地表水としての流入水,  $D_2$ : 地表水としての流出水,  $\Delta S_s$ : 地表の貯留量増分,  $E$ : 蒸発量,  $F_1$ : 地表から地下への流出量とする。これらの水の挙動は種々の時間スケールのものがあり、対象とする現象が1つのサイクルを閉じる時間を基礎とする。ここでは、1か月単位で水収支を検討した。

キーワード グリーンインフラ, 雨水循環型ビオトープ, モニタリング, 雨水利用, 水収支

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内) TEL 03-5466-5188

4. 水収支計算結果

4-1. 簡易モデルによる貯留量の収支結果

ソーンズウェイトの式<sup>3)</sup>より敷地内の月平均気温から各月の蒸発散量を算出した。表 1 に示す蒸発散量を使用し、敷地内の降雨強度から貯留水循環型ビオトープの雨水貯留槽の貯留量を算出した。ここでは一例とし図 2 に示す敷地内の 9 月の降雨強度を用いて、図 3 に示す貯留量の変化を示す。貯留量は、雨が降ると上昇し、ビオトープの水消費により、緩やかに減少することが確認できる。ソーンズウェイトの蒸発散量で算出した簡易のモデルによって水消費を算出することが確認できた。

4-2. 湿生植物による消費水量の影響

ビオトープには、湿生植物が生育しているため、この影響を把握するため検討した。月毎の湿生植物の植被率を表 2 に、蒸発散量または前報で報告した月毎の湿生植物による消費水量を図 4 に示す。ここでは SW：ソーンズウェイトによる蒸発散量、PS：セリの消費水量、PM：ミソハギの消費水量、PR：セリとミソハギの植被率を考慮した消費水量とする。ソーンズウェイトによる蒸発散量が最も量が少なく、植物を考慮すると消費量が増加することが確認できる。

このそれぞれの消費水量を用いて各月の貯留水の水位変化を算出し、累積した水収支の 1 か月毎の計算値と実測値と差を求めた。その結果を図 5 に示す。ミソハギの消費水量が大きく、実測値との差は、8 月が最も差が大きくなっていた。試験の植被率を考慮した消費水量を用いると計算値と実測値との差が小さくなり、水収支に用いる蒸発散量及び湿生植物の植被率を考慮した消費水量を用いることで概ね貯留槽の水収支を算出することができた。

5. まとめ

本施設は、簡易の水収支モデルにより消費水量を概ね再現することができた。水収支に用いる蒸発散量及び湿生植物による植被率を考慮した消費水量を用いることで概ね月毎の水収支を算出することが確認できた。

参考文献

1) 金内敦他：グリーンインフラ実証施設における湿生植物の消費水量調査, 土木学会第 75 回, 2020.  
2) 土木学会水理委員会水理公式集改訂委員会：水理公式集, 土木学会, pp144-161, 1990.  
3) 土木学会水理委員会水理公式集改訂委員会：水理公式集, 土木学会, pp148-149, 1990.

表 1 蒸発散量と月平均気温

|                 | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   |
|-----------------|------|------|------|------|
| 蒸発散量Ep (mm/day) | 5.15 | 5.75 | 5.35 | 4.41 |
| 平均気温 (°C)       | 22.7 | 28.6 | 28.4 | 22.9 |

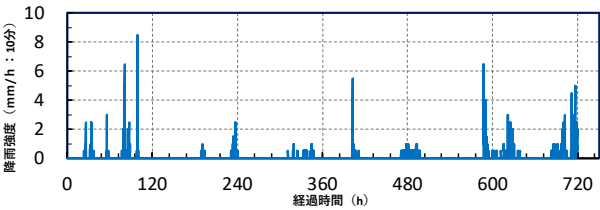


図 2 敷地内の降雨強度（2019年9月）

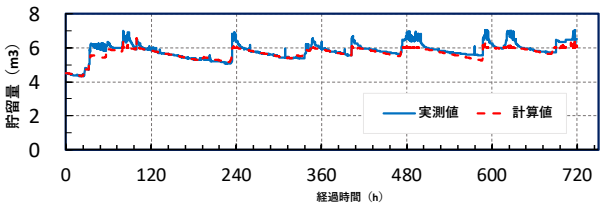


図 3 貯留槽の水量変化（2019年9月）

表 2 月毎の湿生植物の植被率

| 種類   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   |
|------|------|------|------|------|
| セリ   | 28.3 | 50.0 | 35.0 | 21.7 |
| ミソハギ | 2.1  | 25.0 | 36.7 | 18.3 |

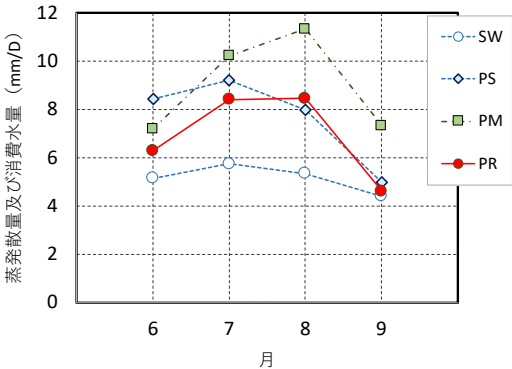


図 4 月毎の蒸発散量及び湿生植物の消費水量

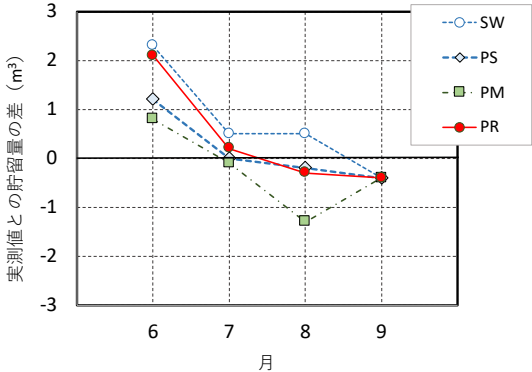


図 5 月毎の計算値と実測値と差