

雨水有効活用を念頭にした雨水タンク内水質の改善策の一検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
東京理科大学理工学部土木工学科
サンエービルドシステム(株)

学生会員 ○有川 遼
正会員 二瓶 泰雄
非会員 前田 嘉人

1. 序論

H26 年度に「水循環基本法」や「雨水の利用の推進に関する法律」が施行され、流域内の水循環の健全化や水資源としての雨水の有効利用がより一層求められている。そのため、雨水の貯留及び浸透に係る技術開発・整備や関係する施策の推進が社会的に必要となっている。このうち、宅地用として用いられる雨水タンク（天水桶や貯留タンクとも呼ばれる）は、一般的には、貯められた雨水を庭への散水用などに利用されている。また、大震災時や断水時のような非常時にはより多目的に利用されることが望まれており、特に飲料水として利用が期待されている。さらに、インフラ整備が遅れている途上国では、雨水の飲料水としての利用が必要な地域も多く、そのための取り組みが既になされつつある（例えば、天水研究所¹⁾）。一般的な雨水タンクは、降った雨水が所定量貯まり、一定水位を越えると外部の越流管に放流されるため、この放流雨水は有効活用されているとは言い難い。また、一度タンク内が満水になると、雨水利用がなされない限り、タンク内に貯留され続けることになり、滞留時間が長くなるため、タンク内水質の悪化が懸念される。その対策として、著者らは、雨水タンクから溢れる水を下部の浸透マスを経由して地中に浸透させる、という浸透マス・雨水タンク統合装置を開発した（図1）。これにより、上記2つの課題は解決される見通しになるが、この装置による水質改善状況の検証は行われていない。本研究では、雨水タンクのみ及び浸透マス・雨水タンク統合装置におけるタンク内水質の現地実証試験を行うことを試みた。

2. 実験方法

(1) 現地実証試験の概要

東京理科大学野田キャンパス水理実験棟の屋根雨水を、図2に示す3つのタンクに流入させた。ここでは、統合装置のうち一般的なもの（統合装置1）と雨どいに初期雨水カット用フィルター（Garden Filter Collector, WISY社製）をつけたもの（統合装置2）、雨水タンクのみであり、上部の雨水タンクは全て同一である。これらの装置の設置期間は2015/6/29～11/2、2016/1/17～現在である。また、設置前には、雨水タンクはきれいな状態で設置し、かつ、集水範囲の雨どいを清掃した。水質測定項目としては、ほぼ毎日 pH と DO を各々電子 pH メーター HI1290Piccolo (HANNA 社製) と HI9147Dissolved Oxygen Meter (HANNA 社製) により計測した。また、飲料用水質のキーファクターとなる一般細菌や大腸菌群に関しては、後述の方法で、期間1（2015/10/16～10/23）と期間2（2016/1/18～2/11）にて計測した。

(2) 一般細菌・大腸菌群の分析²⁾

一般細菌数の分析では、オートクレーブ滅菌した採水瓶で得られたサンプル水を直ちにクリーンベンチ内で1倍、10倍、10²倍、10³倍、10⁴倍に希釈する。希釈試料1mlをシャーレに入れ、寒天平板混濁法を用いて標準寒天培地を作成し、インキュベーターで36℃、24時間培養した。培養後、平板上のコロニーをカウントし（コロニー数が30～300個の範囲）、試料1ml当たり的一般細菌数を求めた。大腸菌群に関しては、定量分析の準備ができなかったため、大腸菌群数の有無を判別する定性分析を行った。ここでは一般細菌用と

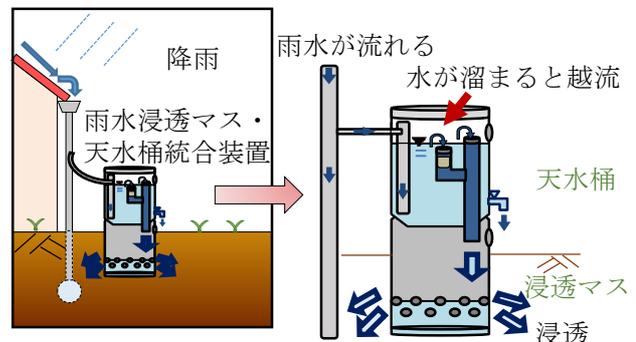


図1 雨水浸透マス・天水桶統合装置の概要

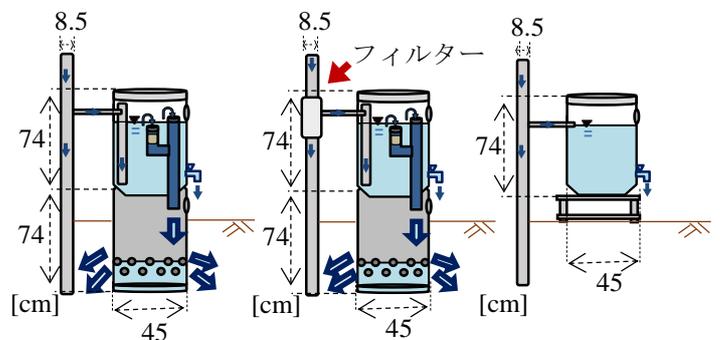


図2 設置した装置の種類（左：統合装置1，中：統合装置2，右：天水桶のみ）

キーワード：雨水，雨水タンク，浸透マス，飲料水，一般細菌

連絡先：郵便番号 278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4069）FAX：04-7123-9766

同様のサンプル水 50ml を LB (Lactose Broth) 発酵管に入れて推定試験を行った。インキュベーターで 36°C, 24 時間培養後、発酵管内のガス発生の有無と黄変を調べ、ガスの発生と黄変を認めたものは推定試験陽性、ガスの発生と黄変を認めなかったものは推定試験陰性とした。

3. 結果と考察

(1) 3 種類のタンク内水質の比較

3 つの雨水タンクにおける水質環境を比較するために、期間 1, 2 における日雨量 (千葉県我孫子市アメダス観測所)、一般細菌数、大腸菌群判定結果 (陽性・陰性)、DO の経日変化を **図 3** に示す。期間 1 はタンク設置から約 3 ヶ月、期間 2 は設置直後のものである。期間 1, 2 ではそれぞれ最初に 7mm, 61.5mm の日雨量を観測している。これより、まず、一般細菌数に着目すると、期間 1 では、3 つの装置共に $10^4 \sim 10^5$ [CFU/ml] であり、基準値 (= 10^2 [CFU/ml]) を大きく上回っている。また、この期間の一般細菌数は、3 つの装置間に明確な差が無く、降雨イベント後に増減を繰り返している。一方、期間 2 では、期間 1 と大きく異なる結果となっている。具体的には、① 3 つの装置間で明確な差が生じており、統合装置 2 < 統合装置 1 < タンクのみ の順となっている、② 期間 2 の一般細菌数自体が期間 1 よりも小さく、統合装置 1, 2 は概ね $10^2 \sim 10^3$ [CFU/ml] 以下となっている、③ 特に統合装置 2 では基準値 (= 10^2 [CFU/ml]) を下回るデータも見られる、④ 降雨イベント時に大きく減少し、その後から徐々に増加している。このように、期間 2 では、雨水タンク内の滞留時間の違いや、初期雨水の流入状況の差異が現れた結果となっている。次に、大腸菌群判定結果に関しては、期間 1 では統合装置 2 のみ陰性が見られた。一方、期間 2 では 3 つのタンク共に陰性となったが、その期間は統合装置 2 > 統合装置 1 > タンクのみ の順となった。これらより、水の入れ替わりがある浸透マス・雨水タンク統合装置の方が雨水タンクのみよりも一般細菌が少なく、大腸菌群数も陰性であることが多く、その傾向は、初期雨水カット用フィルターがある統合装置 2 で顕著であることが明らかとなった。

(2) DO と一般細菌数の相関関係

図 3 (d) に示される DO は、降雨直後から徐々に減少し、降雨イベント時に急上昇しており、一般細菌数と逆相関関係になっていることが分かる。そこで、DO と一般細菌数の相関図を **図 4** に示す。ここでも 3 種類の装置の結果を色分けして表示している。このように、全ての装置で逆相関関係になっている。このように、暗環境下の雨水タンク内では一般細菌の呼吸により、DO が低下し、降雨イベント時に高 DO 水の流入でタンク内 DO が急増するものと考えられる。また、両者の相関性が見られるため、DO を指標にすれば、一般細菌の動態をおおよそ推測できる可能性が示された。

参考文献: 1) 天水研究所 HP: <http://dr-skywater.com/index.html>, 2) 日本水道協会: 上水試験方法, pp.57 3-632, 2001.

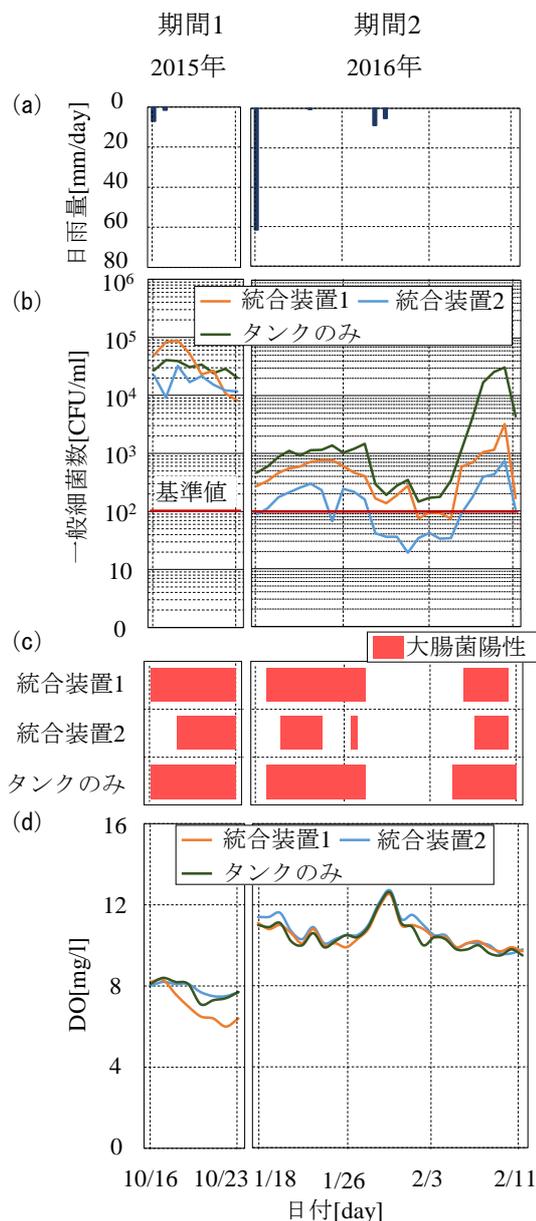


図 3 日雨量 (a) と一般細菌数 (b), 大腸菌群判定結果 (c), DO (d) の経日変化 (期間 1 (左) と期間 2 (右) を表示)

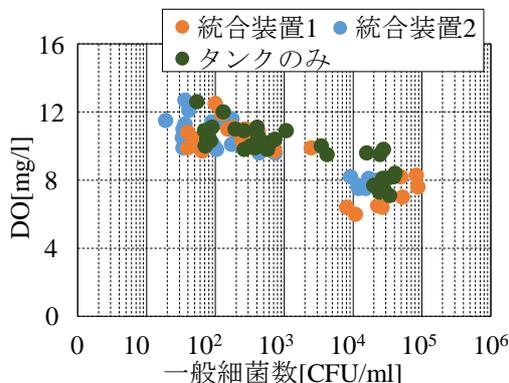


図 4 DO と一般細菌数の相関関係