

雨水利用実験住宅における雨水利用費用対効果についての検討

福岡大学工学部 学生員○岡田進之介 正会員 渡辺亮一, 山崎惟義, 伊豫岡宏樹
ゼオライト株式会社 非会員 于澗

1. はじめに

2050年までに世界人口の半分に当たる40億人が慢性的に水不足の国に住むことになると予想されている¹⁾。2011年の首都圏利根川水系の取水制限に見られるように、我が国では渇水問題や浸水被害が多発している²⁾。その対策案として貯水池の整備や河川改修などの施策が考えられるが、これらの手法は、財政の圧迫や長期にわたる建設となるうえ、広大な土地も必要とするため、住宅地が密集する都市域では、各家庭に雨水貯留施設を設置し、分散的に雨水を貯留する取り組みが行われて始めている。雨水貯留は、各家庭に降った雨をそれぞれの家庭で一時貯留・雨水利用を行うことで、河川への流出を遅らせ、洪水被害を抑制する効果がある³⁾。また各地に雨水貯留施設が普及することで、非常用の水源ができ、渇水や災害に強いまちを形成することができる。今後は、雨水貯留施設を更に多くの家庭に設置してもらうために、利水面での用途拡大が重要であると考えられる。

図-1は平成22年に樋井川流域在住の雨水タンクを所有している住民にアンケート調査を行った結果の一例である⁴⁾。雨水タンクを設置した目的の多くが利水面での効果を期待し設置しているが、その使用用途は散水が殆どであることが分かる。そのためタンク内の雨水が無くならず、治水効果があまりないことが明らかとなった。本研究では雨水タンクのさらなる普及を目指し、貯留雨水を生活用水・飲料水として活用するための具体的な手法の検討、雨水利用実験住宅における費用対効果について実験的検討を行った。

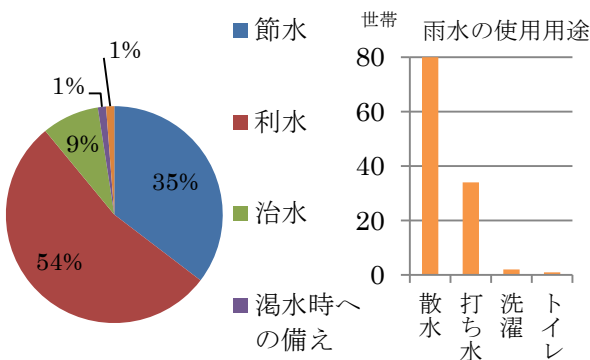


図-1 アンケート結果

2. 実験概要

1) 貯留雨水における使用用途の拡大のための具体的な手法

実験の対象となる雨水タンクは、福岡大学内にある地下貯留タンクとした。通称ビル管理法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)⁵⁾の施行規則では、雑用水の水質基準が示されている。トイレ洗浄水は(表-1)のとおりである。洗濯用水の場合は、法律による具体的な指定はないが、建築学会の基準⁶⁾より洗濯用水として求められる水質基準が記載さ

れている(表-2)。地下タンク内の雨水の水質を測定し、指定された2つの水質と比較を行う。また逆浸透膜装置を用いて、雨水を飲料水として利用可能かどうか検討を行った。

表-1 トイレ洗浄用水

pH値	5.8~8.6
臭気	異常でないこと
外觀	ほとんど無色透明であること
大腸菌	検出されないこと
残留塩素濃度	0.1mg/l以上

表-2 洗濯用水

色度	異常でないこと
濁度	異常でないこと
臭気	異常でないこと
大腸菌	検出されないこと

2) 雨水利用実験住宅における雨水利用費用対効果についての実験的検討

実験の対象とする雨水利用実験住宅は屋根に降った雨を地下タンクに貯留し、生活用水として利用する家を指す。2011年5月1日から2012年4月30日までの一年間における福岡市内実測降雨1950mm⁷⁾を想定し、一般家庭と雨水利用用途の異なる雨水利用住宅5パターンでシミュレーションを行い(表-3)費用対効果について実験的検討を行った。設定として4人家族、水使用量を2000l/日・人、集水過程における雨水の流出はないものとし、地下タンクの容量は18.5t、屋根面積は120m²として計算を行った。電気料金の算出については、雨水を生活用水として利用するために必要な電力分を料金として考え、一般家庭については考えないものとした。水道料金は福岡市水道局の算出方法に従い、雨水を生活に使う場合、下水道料金は考えないものとした。

表-3 用途別の水源

	一般家庭	A	B	C	D	E
トイレ	上水道	雨水	雨水	雨水	雨水	雨水
洗濯	上水道	上水道	雨水	雨水	雨水	雨水
風呂	上水道	上水道	上水道	逆浸透処理水	紫外線殺菌	紫外線殺菌
飲料	上水道	上水道	上水道	逆浸透処理水	上水道	紫外線殺菌

3. 結果と考察

1) 貯留雨水の用途の拡大

地下雨水の水質基準50項目を調査した結果、大腸菌・一般細菌・残留塩素濃度が基準値を上回った。この結果、今回の貯留雨水では、洗濯・トイレ用水としては不適合と判定された。またトイレ・洗濯の水を雨水で賄うことは、水道水に使われるエネルギー量の軽減、CO₂排出抑制に効果的であるといわれている⁸⁾。実際に使用する際には、膜や紫外線(UV)処理等を施すことで使用可能と考えられる。次に逆浸透膜装置を利用して処理した雨水を、水質基準50項目に提出した結果、全ての項目が水質適合と判定され、飲料水として認められた。この結果より、災害時や渇水時に逆浸透処理した雨水が緊急用水として利用可能であることがわかった。今回の貯留雨水の水質の場合では、煮沸処理、膜処理、薬液注入処理、紫外線殺菌処理等を施すことで実際に飲料水として利用することができる。

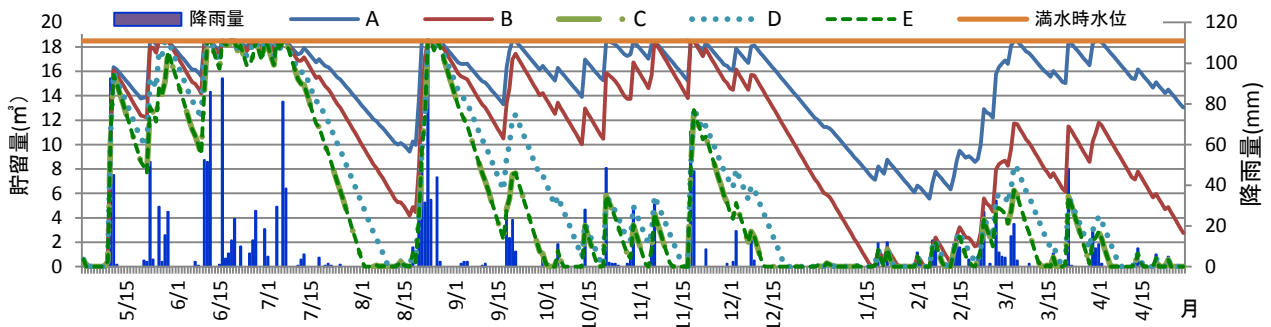


図-2 貯留量と降雨量

2) 雨水利用実験住宅における雨水利用費用対効果についての実験的検討

雨水利用実験住宅に福岡市内実測降雨 1950mm⁷⁾ 降らせ、貯留した結果を図-2 に示す。この結果より全ての雨水利用実験住宅が5月中旬から8月初旬までの期間に貯留した雨水を利用し生活していくことが出来た。Aパターンの場合、359日ほどタンク内に雨水貯留を行えたが、タンク内に流入した降雨の約45%を河川へ流出してしまった。これは梅雨時期の強い降雨に対して降雨が降る前にタンク内が満水状態になってため、この期間内は流出抑制が殆ど期待できなかったことが原因である。Bパターンは全降雨量の約35%、CとEパターンは約21%、Dパターンは約24%流出した。

図-3 に水道料金と降雨量の関係を示す。この図から、雨水利用実験住宅は一般的な家庭と比べて各月6,000円～12,000円程安くなり、一般家庭と比較した年間差額はEパターンが58,811円と最も安くなり、次いでD, C, B, Aパターンの順となった。

図-4 に電気料金と降雨量の関係を示す。これより、Cパターンの電気料金が高いことが分かる。これは逆浸透処理による電力消費が大きいことを意味している。またトイレ、洗濯に掛かる電力は送水ポンプのみの微量なものであったためA, Bパターンは安くなっている。UVを導入しているD, Eパターンは最も高い月でも約250円となった。

表-4 に各家の料金一覧を示す。これより、Dパターンが最も安くなり、一般家庭と比べて54,421円ほど安くなった。理由としては、雨水を使用する量と貯留する量のバランスが良かったと考えられる。Bパターンの家庭は、雨水利用に掛かる電気代が安く、雨水に処理を施さないため総額を安く抑えることが出来た。Cパターンの家庭は電気料金と維持管理費にコストがかかるため、常日頃から雨水に逆浸透膜処理を施すことは経済的に好ましくないと考えられる。またC・D・Eパターンの家庭のように、UV・逆浸透処理を導入することで更に多面的な雨水利用がはかれるため、災害時や渇水時にも高質な雨水を使用できると考えられる。しかしC・D・Eの3パターンは初期投資費用が大きく掛かるため、長期的に雨水利用を行わなければ初期投資の回収は難しいと考えられる。

今回の結果より、貯留雨水が少ない際には用途を絞って雨水利用を行い、満水時や大雨が予測される際には全ての用途で雨水利用を行うことが望ましいと考えられる。

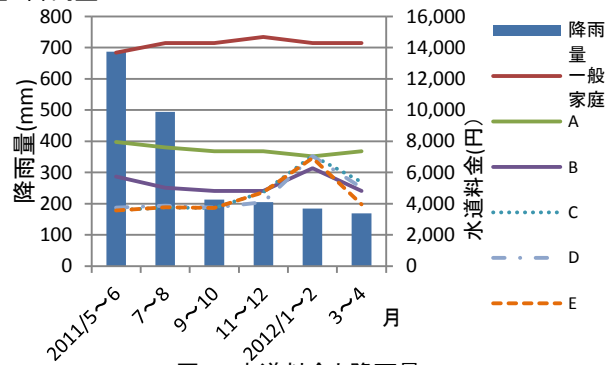


図-3 水道料金と降雨量

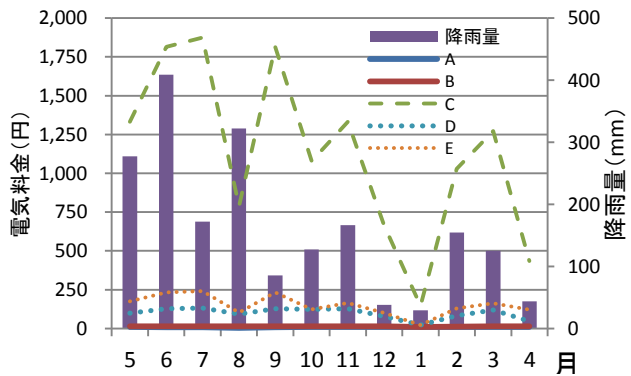


図-4 電気料金と降雨量

表-4 費用対効果

	一般家庭	A	B	C	D	E
上水道料金	45650	23549	16907	17763	14718	14161
下水道料金	39839	21108	14564	15909	12826	12516
電気料金	0	107	158	12482	1177	1808
メンテナンス費用	-	-	-	27200	2346	4175
総額	85489	44764	31629	73354	31067	32660
一般家庭と比較した減額(円)		40,724	53,859	12,135	54,421	52,828

参考文献・ウェブサイト

- 1) 沖大幹 監訳, 沖明 訳: 水の世界地図, 丸善株式会社, pp15-18, 2006.
- 2) 朝日新聞: 朝刊, 東京本社, 37面, 2012年9月1日.
- 3) 朝日新聞: 朝刊, 東京本社, 31面, 2010年7月2日.
- 4) 野村智也他: 都市型水害抑制に向けた個人住宅雨水貯留タンクの設置効果に関する基礎的研究, 平成23年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, CD-ROM, VII-63, 2012.
- 5) ビル衛生管理法関連省政令改正の概要
http://www.thr/mlit.go.jp/Bumon/B22293/K00490/eizen/hozen/houritu/h0005.html
- 6) 日本建築学編: 暮らしに生かす雨の建築術, 北斗出版, pp74-81, 2005.
- 7) 気象庁ホームページ: 福岡市の年間降雨量
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/annually_s.php?prec_no=82&block_no=47807&year=&month=&day=&view=
- 8) 日本建築学会編: 活かして極める雨の建築道, 技報堂出版, pp64-77, 2011.