

雨水利用実験住宅の雨水活用実態と水害抑制効果の検証

福岡大学工学部 学生員○今長谷菜里 正会員 渡辺亮一・浜田晃規
福岡大学産学官連携研究所水循環・生態系再生研究所 研究員 角銅久美子

1. はじめに

地球温暖化の影響が顕著となり、下水道や河川の排水能力を超えた都市型水害が頻繁に発生し、流域対策はこれまでの下水道や調整池といったインフラや河川整備だけでは対応できなくなった。こうした状況のなかで、自然環境が持つ機能を活用した社会資本整備を行うグリーンインフラ導入への取り組みがはじまっている。流出抑制の機能を持つ雨水貯留・浸透施設はグリーンインフラを構成する要素の一つであり、街に雨を貯める仕組みが必要となった。そこで新たな概念として「蓄雨」が生まれた。蓄雨とは、雨水活用のために雨をその敷地内にとどめることを指し、雨水を敷地から流し去るフローから敷地内にできるだけ雨水を蓄えるストックへと取り組み方を変換していくことを目指している¹⁾。また、福岡市には大きな河川が無く、水源に乏しいため、他の同規模の都市と比べ渇水ポテンシャルが高く、過去に2度の大渇水を経験した。このような背景から、「100mm/h 安心プラン」²⁾や「雨水利用推進法」³⁾が施行され、雨水利用が任意から義務へと変わった。福岡市樋井川流域では、雨水利用を推進し水資源として雨水を活用することで、局所的短時間集中豪雨による内水氾濫などの都市型水害を抑制する「あまみず社会」の形成⁴⁾を目標としている。

本研究では、福岡市城南区内に2012年4月に完成した雨水利用実験住宅(写真-1)における観測データをもとに、雨水活用実態と水害抑制効果を検証し、各戸貯留における効果を定量的に把握するための基礎データを蓄積している。



写真-1 雨水利用実験住宅外観

2. 雨水利用実験住宅

雨水利用実験住宅は都市型水害抑制のために、屋根に降った雨水を全て貯留できるように設計されている。図-1は雨水利用実験住宅のタンク配置図を示している。設置した地下貯留タンクは大きく三つに分かれている。一つ目は家の基礎を兼ねた容積17.3m³の生活用水利用タンクである。雨水は五槽になったタンク内をゆっくりと流れ、細かい汚泥を沈殿させる。このタンクに貯留した雨水はトイレ・風呂・洗濯・庭への散水として利用している。降り始めの雨水は不純物を多く含んでいるため、タンク流入前に初期雨水除去装置によって塵埃や大気汚染物質はカットされる。二つ目は駐車場の下に埋設さ

れている容積22.5m³の水害抑制用タンクである。家の下の地下タンクが満水になるとオーバーフローした雨水が駐車場下のタンクに流れ込むようになっている。このタンクは水害抑制のために一時的に雨水を貯留するためのものであり、貯まった雨水はゆっくりと地下に浸透していく仕組みとなっている。三つ目のタンクは容積2m³のビオトープ用タンクであり、このタンクに貯まった雨水は庭のビオトープに用いられ、池や植栽を通じて、常に大気や土壌に還される。オーバーフロー管や途中の柵は浸透式で少しずつ地中に水がかえり、柵からオーバーフローすると公共下水道に排水される。



図-1 雨水利用実験住宅タンク配置

3. 研究目的

本研究では屋根に降った雨水を貯留することにより、雨水の活用実態を明らかにし、水害抑制効果を検討するために以下の項目について調査した。

- 1) 流入槽、取水槽、水害抑制用タンク内の水質分析を行い、雨水活用実態を明らかにする。
- 2) 総降雨量と雨水使用量・浸透量による雨水収支を求め、流出抑制効果を検証する。
- 3) 蓄積した上記のデータをもとに、貯留・利水・土地利用による蓄雨率を算出し、水害抑制効果を検討する。

4. 研究方法

(1) 雨水活用

雨水利用実験住宅において月に1度取水槽、取水槽、水害抑制用タンクの採水を行い、実験室にて持ち帰ったサンプルの水質分析を行った。

(2) 雨水収支

降雨量の算出は、雨水利用実験住宅に設置された雨量計から屋根の取水面積(128.92m²)を乗じた値とする。使用量・浸透量の算出は、タンクそれぞれに設置された水位計からタンクの低下水位を求め、それに生活用水用タンクの底面積33.92m²、水害抑制用タンクの底面積26.65m²をそれぞれ乗じた値とした。それぞれの設置地点に応じて、雨量計・水位計はそれぞれ株式会社オサシ・テクノスの水位・雨量データ集録装置、HOBOS社製RG3-Mを用いた。

(3) 蓄雨

雨水活用技術規準¹⁾をもとに雨水活用システムの蓄雨性能を求める。土地利用形態に対する治水蓄雨、利水蓄雨高などを求め蓄雨率や年間の水収支の算

定を行った。治水蓄雨は洪水をやわらげるためのもの、利水蓄雨は日常的に雨水を生活用水として利用することをいう。ただし、基本蓄雨高は、蓄雨の目標値である降雨 100mm に対するものとする。

$$\text{蓄雨率}(\%) = \frac{\text{治水蓄雨高(mm)} + \text{利水蓄雨高(mm)}}{\text{基本蓄雨高(mm)}} \times 100$$

5. 研究結果および考察

(1) 雨水活用

先行研究により、水道水質基準⁵⁾の50項目中アルミニウムとpHについては基準を満たしていることが分かっている。アルミニウムに関しては屋根の材質によるものと考えられるが、トイレや洗濯への使用は問題ない。pHに関しては、タンクの材質がコンクリートであるため図-2より初期雨水に比べて取水槽のpHは高いが、竣工から現在に至るまでに低下傾向がみられる。また、最近では水道水の水質基準である5.8~8.6の間の8程度になることが多い。さらに、生活用水として利用する場合の影響を考慮し、大腸菌の検査を行った。その結果、表-1より、流入槽において大腸菌群が見られたが、大腸菌はみられなかった。これより、生活用水として使用するには問題ないことが分かった。

表-1 大腸菌検査結果

	初期雨水	雨水 流入槽	雨水 取水槽	雨水 浸透槽
検査回数	6	13	13	13
検出回数(大腸菌群)	4	6	0	3
検出回数(大腸菌)	0	0	0	0
最大値(大腸菌群)	49	14	0	2

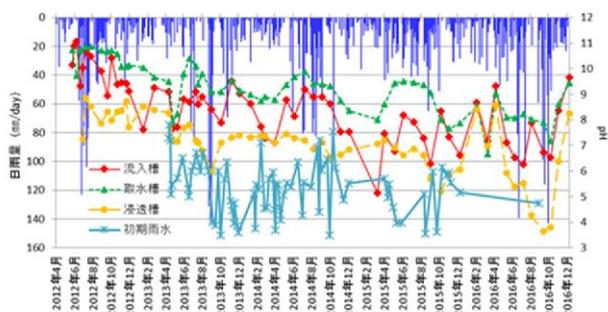


図-2 日雨量および各貯留タンク内のpHの経時変化

(2) 雨水収支

表-2に2012年6月から2016年12月までの総降雨量、雨水使用量・浸透量を示す。ただし、2016年8月、9月は水位計故障のためデータに含めない。総降雨量は、1047.8m³、雨水使用量・浸透量1089.9m³（雨水使用量631.4m³、浸透量458.5m³）となっている。現在貯まっている量と土壌からの浸透水への流入などにより浸透量・使用量が降雨量に対して多いと考えられる。ただし2013年に一度、2016年に五度、浸透ますからオーバーフローした雨水が下水管へ流れた。この時流出した水量を水理

表-2 雨水利用実験住宅での観測結果に基づく雨水収支

年	2012年(6月~12月)	2013年(1月~12月)	2014年(1月~12月)	2015年(1月~12月)	2016年(1月~12月)	総計
降雨量	175.3	226.0	239.3	211.9	195.4	1047.8
トイレ、洗濯 散水、ピオトープ	55.0	93.6	119.9	131.1	112.4	512.0
使用量全体	16.8	43.2	25.2	24.6	9.7	119.4
浸透量全体	71.7	136.7	145.2	155.7	122.0	631.4
駐車場下浸透	42.5	83.2	74.1	32.8	59.4	292.0
浸透槽	20.4	44.7	21.0	23.8	56.7	166.6
浸透量全体	62.8	128.0	95.1	56.7	116.0	458.5
使用量・浸透量全体	134.5	264.7	240.2	212.4	238.1	1089.9

特性曲線を用いて推定すると、合計で1t程度であることが分かった。以上のことから流出抑制効果があることが実証された。

(3) 蓄雨

蓄雨率の算出結果を表-3に示す。蓄雨率は195.8%で、蓄雨の目標とされる「単位時間や総雨量にかかわらず1m²あたり100mmの雨水をとどめること」の約2倍の数値を算出した。年間水収支(表-4)においては目標とされる「蒸発散高と浸透高の合計が年間降雨量の2/3以上であること」をほぼ満たしている。したがって、100mm降雨に対して流出することがなく、敷地全体において水害抑制効果があることが検証された。

表-3 雨水利用実験住宅における蓄雨率算出結果

蓄雨の種類	施設等	蓄雨量(m)	蓄雨高(mm)	蓄雨率(%)
防災蓄雨	貯留施設	-	-	(64.8 + 75.7 + 55.15 + 0.1) ÷ 100 × 100 = 195.8%
利水蓄雨	貯留施設	19.3	64.8	
	貯留施設	22.5	75.7	
治水蓄雨	土地利用形態(蓄雨係数より)	-	55.15	
	浸透施設	0.05	0.17	
環境蓄雨	治水蓄雨に組み込んだ環境蓄雨高は、	55.32mm		

表-4 雨水利用実験住宅における2015年の年間水収支

降水量(mm/年)	1746.7		100%
環境蓄雨高(mm/年)	1059.4	蒸発散高(mm/年) 600.4	34.4%
		浸透高(mm/年) 459.0	26.3%
利水高(mm/年)	441.1		25.3%
表面流出(mm/年)	246.2		14.1%

6. まとめと今後の課題

本研究によって以下のことが明らかになった。

- 1) 雨水活用に関して、貯めた雨水は庭の散水だけでなく、トイレや洗濯、風呂に利用することができる。また、将来的に災害時の飲み水としての利用も期待される。
- 2) わずかな流出はあったものの、降った雨を使用・浸透させることが十分にできており、流出抑制効果が発揮される。
- 3) 100mm降雨に対して十分な蓄雨高を確保することができており、頻発する豪雨に対して敷地全体で十分な水害抑制効果を発揮する。

今後もモニタリングを続け、引き続き雨水収支の算出や水質の継続的な調査、多岐にわたる雨水活用を行う必要がある。そして、福岡市樋井川流域において「あまみず社会」の構築を目標とする。

7. 参考文献

- 1) 日本建築学会：雨水活用技術基準、丸善出版、pp1-30、2016.3
- 2) 100mm/h安心プラン 国土交通省：<http://www.mlit.go.jp/river/kasen/main/100mm/>
- 3) 官報：平成26年4月25日付(号外93号)、p.13
- 4) あまみず社会ホームページ、<http://amamizushakai.wix.com/amamizu>
- 5) 合田健他：新訂第三版衛生工学、彰国社刊、pp56-57、2012