

あまみず社会実現に向けた住宅における流出抑制・利水可能性効果の検証

福岡大学工学部 学生員○沼田将真 正会員 渡辺亮一・浜田晃規 非会員 角銅久美子

1. はじめに

「あまみず社会」¹⁾とは、治水・利水・環境・暮らしなどを見据えた包括的な水循環が存在するものであり、水を軸としたコミュニティの構築を目指している。近年、福岡市では急速な市街化の進展に伴い田んぼや緑地等が減少し、アスファルトやコンクリート、住宅等で地面の大部分が覆われるようになった。その結果、下水管や河川に急激に流れ込む雨水の量が増大し、都市型水害を引き起こしている。また、福岡市には生活用水の供給源となる大きな河川がないため、ほかの都市に比べて渇水が起きやすく、1978年、1994年に給水制限を伴う長期的な渇水を経験した。このような状況の中、「100mm/h 安心プラン」²⁾や「雨水利用推進法」³⁾が施行され、全国の自治体に対し、雨水利用を推進することが従来の「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有効活用することで、局所的短時間集中豪雨による内水氾濫被害を抑制していき「あまみず社会」を形成することを目標としている。

本研究では、2012年4月に福岡市城南区内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、個人住宅における雨水活用と都市型水害抑止効果がどの程度発揮されているかを確認するとともに、流域治水を達成するための各戸貯留によ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

雨水利用実験住宅の最大の特徴は都市型水害を抑制するために屋根に降った雨を全て貯留することにある。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三つのパートに分かれており、一つ目は家の基礎を兼ねている地下タンクで容積は約17.3m³である。この地下タンクに貯留した雨水はトイレ・風呂・洗濯・庭への散水の水として利用している。ここでは貯め始めの雨水は不純物を多く含んでいるため、初期雨水カットされる仕組みになっている。二つ

目は駐車場の下に埋設されてあるタンクで容積は約22.5m³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構造になっている。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タンクであり、貯まった雨水はゆっくり地下に浸透していく仕組みになっている。三つ目のタンクはビオトープ用のタンクで容積は約2m³であり、このタンクに貯まった雨水は庭のビオトープの循環に使用している。タンクの他にもオーバーフロー管の途中には浸透枡があり、そこから地下浸透する構造になっている。



図-1 雨水利用実験住宅タンク配置図

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、どの程度水害抑制効果があるのかを明らかにすると共に、雨水の有効利用を検討するために以下の項目について調査した。

- 1) 総降雨量と雨水使用量・浸透量による雨水収支を算出し、流出抑制効果があることを実証する。
- 2) 流入槽、蛇口、庭下タンク内の水質分析を行い、水質面から利水可能性について検討する。
- 3) 雨水利用に関するシミュレーションを行い、渇水時と通常時の雨水利用可能量を算出し、比較・検討する。

4. 研究方法

(1) 雨水収支

降雨量の算出として、雨水利用実験住宅に設置された雨量計を屋根の取水面積128.92m²に乗じた値を雨水利用実験住宅への降雨量とした。使用量・浸透量の算出として、タンクの低下水位にタンクの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を使用量・浸透量として算出した。

(2) 利水可能性

雨水利用実験住宅で月に1度程度取水槽、蛇口、駐車場の下の雨水のサンプルを持ち帰り、実験室にて水質の分析を行った。

(3) 利用可能量

村川らの手法⁴⁾を用いてシミュレーションの算出を行った。算定開始n日目の貯留槽の残量 t_n (m³)は次式となる。

キーワード：雨水活用・流出抑制・利水・水資源

連絡先（福岡市城南区七隈 8-19-1・電話 092-871-6631・E-mail wata@fukuoka-u.ac.jp）

$$t_n = t_{n-1} + S_f \cdot R_a / 1000 - W_d / 1000$$

ただし、 S_f ：雨水収集面積(m^2)

R_a ： n 日目の降雨量(mm)

W_d ：雨水利用可能量(m^3)

雨水収集面積 $S_f=128.9m^2$ 、 n 日目の降雨量 R_a は気象庁の過去の降雨データ⁵⁾を利用し、1978年、1994年の渇水時とそれぞれの前後1年、2010年～2015年の大きな渇水がみられなかった通常時の降雨量のデータを対象にした。貯留槽の残量 t_n が最小の時の雨水利用可能量を算出する。

5. 研究結果および考察

(1) 雨水収支

表-1に2012年6月から2015年12月までの総降雨量、雨水使用量・浸透量を示す。表-1より雨水収支の算出結果として、総降雨量852.4 m^3 に対して、雨水使用量・浸透量(雨水使用量509.3 m^3 ・浸透量342.5 m^3)が851.8 m^3 とほぼ等しく、降った雨を使用あるいは浸透させることができている、流出抑制効果があることが実証された。

(2) 利水可能性

既往の研究として、水道水質基準項目の50項目中アルミニウムとpH以外の48項目で水道水質基準を満たしていることがわかっている。アルミニウムに関しては屋根の材料の影響が考えられるが、トイレ・洗濯への使用は問題ない。pHは図-2からコンクリートタンクであるため初期雨水に比べ蛇口である取水槽のpHは高いが、次第に低下傾向であることがわかり、将来的には基準の8.6以下になる見通しである。また、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結果、表-2より初期雨水には大腸菌がみられたが、流入槽、取水槽、浸透槽においては大腸菌がみられなかった。このことから、雨樋から貯留タンクに流れる際に行う初期雨水カットの有用性が得られ、生活用水として使用する分では問題がないことがわかった。

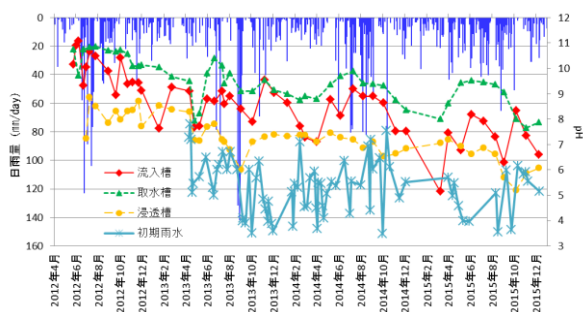


図-2 日雨量および各貯留タンク内のpHの経時変化

表-2 大腸菌検査結果

	初期雨水	雨水 取水槽	雨水 流入槽	雨水 浸透槽
検査回数	4	3	3	3
検出回数	4	0	0	0
最大値(個)	49	0	0	0
平均値(個)	15	0	0	0

表-1 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)	総計
降雨量	175.3	226.0	239.3	211.9	852.4
トイレ、洗濯	55.0	93.6	119.9	131.1	399.6
散水、ビオトープ	16.8	43.2	25.2	24.6	109.7
使用量全体	71.7	136.7	145.2	155.7	509.3
駐車場下浸透	42.5	83.2	74.1	32.8	232.6
浸透枳	20.4	44.7	21.0	23.8	109.9
浸透量全体	62.8	128.0	95.1	56.7	342.5
使用量・浸透量全体	134.5	264.7	240.2	212.4	851.8

(3) 利用可能量

シミュレーションにより利用可能量を算出した結果を表-3に示す。2010年～2015年の通常時が403L、1977～1979年と1993年～1995年の渇水時が337Lとなった。渇水時と通常時では一日あたり66Lの差はあるものの、4人家族においては通常時に一人一日100.8L、渇水時に84.3Lの雨水を利用することができ、渇水時も生活用水として十分に利用可能であることがわかった。

表-3 雨水利用可能量算出結果

項目	(通常時)	(渇水時)	単位
	設定値	設定値	
屋根面積: S_f	128.9	128.9	m^2
限界貯水量: T_a	17.3	17.3	m^3
最小貯水量	0.066	0.072	m^3
雨水利用可能量: W_d	403	337	L

6. まとめと今後の課題

本研究によって以下の3つのことが明らかになった。

- 1) 雨水を有効利用することで地下貯留タンクの水位低下が確認され、ほとんどの雨を貯留することができ、雨水流出抑制効果は十分に発揮される。
- 2) 利水可能性に関して、貯めた雨水の使い道は庭の散水に限らず、それ以外にも家の中のトイレや洗濯、風呂に利用することは十分に可能であり、将来的な飲み水への利用も期待される。
- 3) シミュレーションの結果から、渇水時においても生活用水として十分に利用可能であり、給水制限によって水道水があまり使用できない場合でも雨水で対応することができる。

今後もモニタリングを続け、引き続き雨水収支の算出や雨水活用の幅を広げていく必要がある。そうして、福岡市樋井川流域において「あまみず社会」の構築を実現していくことを目標とする。

この研究の一部はJST-RISTEX(研究代表者: 島谷幸宏)による助成で行われた研究である。ここに記して謝意を表する。

7. 参考文献

- 1) あまみず社会ホームページ,
<http://amamizushakai.wix.com/amamizu>
- 2) 国土交通省・国土保全: 100mm/h 安心プラン,
<http://www.mlit.go.jp/river/kasen/main/100mm/index.html>, 2013.
- 3) 官報: 平成26年4月25日付(号外 第93号), p.13
- 4) 村川三郎他: 沖縄離島における住宅の水利用環境に関する研究—雨水利用を中心として—, 日本建築学会計画論文報告集, 1986.No.368, pp.52-61
- 5) 国土交通省 気象庁 Japan Meteorological Agency
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>