

個人住宅における雨水活用に伴う雨水流出抑制効果の検証

福岡大学工学部 学生員○美川慎吾 正会員 渡辺亮一, 浜田晃規
福岡大学水循環・生態系再生研究所 研究員 角銅久美子

1. はじめに

近年,地球温暖化・気象変動により短時間に集中的に雨が降る局所的集中豪雨における被害が多発している.被害が多発している原因としては都市化の進行が挙げられる.都市化の進行により田畑や森などの浸透域が減少し,大量の雨水が河川に流れ込み,被害を及ぼしている.このような都市型水害は社会問題となっている.

このような状況から,2014年5月1日に雨水利用の推進に関する法律、「雨水利用推進法」が施行された.この法律によって,全国の自治体に対し雨水利用推進の義務が課されることになった.これは雨水利用を推進することが従来の「任意」から「義務」へと変わり,国が雨水の有効利用に本腰を入れ始めたということである.この法律では,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くことを目標としている.

また,2012年4月には,福岡市城南区に雨水を41.8 m^3 貯留することができる雨水利用実験住宅(図1,2)が建築された.現在は,実験住宅における観測データをもとに,個人住宅における雨水利用と流出抑制効果がどの程度発揮されているかを確認するために基礎データを蓄積している.既往のデータから今後,雨水貯留タンクを普及させることは有効な手段であると考えられる.これまでよりも多くの人に雨水貯留タンクを設置してもらうには,人々に雨水貯留タンク設置によるメリット,他の公共事業と比べてどうなのか,つまり雨水貯留タンクにおける費用対効果を算出し,効果を周知していく必要がある.



図1 雨水利用実験住宅



図2 雨水貯留タンク

2. 実験目的

既往の研究から雨水利用実験住宅が利水,治水において効果があることが実証されてきた.

本研究では,2014年である1994年と豊水年である2006年の降雨量を用いてシミュレーションを行い,雨水利用実験住宅における雨水利用費用対効果を明らかにする.また,鳥飼地区を対象とした一軒家に雨水貯留タンクを設置したと仮定し,2009年7月24日の中国・九州北部豪雨での内水氾濫時における流出抑制費用対効果を明らかにする.

3. 研究手法 雨水利用費用対効果

2014年である1994年と豊水年である2006年の降雨量を用いてシミュレーションを行う.シミュレーションの設定は,以下の図3のようにA~Eのパターンに分けて行い,A・Bは雨水を利用,C・D・Eは処理雨水を利用,四人家族,水使用量800 l ,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17.3 m^3 ,屋根面積は128.9 m^2 とする.水道料

金は福岡市水道局の算出方法に従い,水道の基本料金を1700円として算出する.電気料金は,雨水を生活用水として利用するために必要な電力分のみを電気料金として考え,一般家庭については考えないものとし,消費電力に九州の基本料金である22.63円をかけ,さらに稼働時間をかけることで求める.最後にメンテナンス費用も考慮し,費用対効果の試算を行う.

用途によって異なる水	雨水利用実験住宅					
	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

← 雨水利用 ← 処理雨水利用 →

図3 シミュレーション設定

4. 結果・考察 雨水利用費用対効果

図4に水道料金と降雨量の関係を示す.この図から一般家庭と雨水利用実験住宅A~Eを比較した場合,2014年では4~5万円,豊水年は4~6万円程安価になることが分かる.2014年では,パターンBが最も安価になり次いで,C,E,D,Aの順となった.またこの結果から雨がたくさん降ったほうが,雨水利用実験住宅はより効果を発揮すると言える.

図5に電気料金と降雨量の関係を示す.この図から2014年・豊水年ともにC,E,D,B,Aの順で安価となり,2014年では最も高価なCは4535円,最も安価なAは,394円となることが分かる.豊水年では最も高価なCは,7507円,最も安価なAは407円となった.

この結果から逆浸透処理水を生活に使用すると電気料金が上がり,豊水年は2014年と比べ,逆浸透膜処理を行う雨水の量が多いため,7507円という料金になったと考えられる.

図6,7に一般家庭とパターンA~Eの雨水利用実験住宅における水道料金,電気料金,メンテナンス費用をまとめた料金一覧を示す.この図から2014年・豊水年ともにパターンCの費用が71050円と最も高価になった.原因としては,逆浸透膜処理を用いた場合,電気料金とメンテナンス費用が他のパターンと比べ多くかかることが考えられる.また,2014年ではパターンB,Cの費用が,53821円,53127円と最も安価になった.その理由としては電気料金,メンテナンス費用が比較的安価で,トイレと洗濯に雨水,風呂と飲料には上水道,UV殺菌を使用すると,雨水使用量と雨水貯留量のバランスが良いと考えられる.

まとめると,水道料金はどのパターンも大幅には変わらず,電気料金から濾過の際に逆浸透膜処理を使うことは適切ではない,トイレ・洗濯には雨水,風呂・飲料には上水道またはUV殺菌を用いることが適切であることが分かる.このような結果から,水道料金,電気料金,メンテナンス費用のみに注目すると一般家庭よりも雨水利用実験住宅の方が安価になることが分かる.

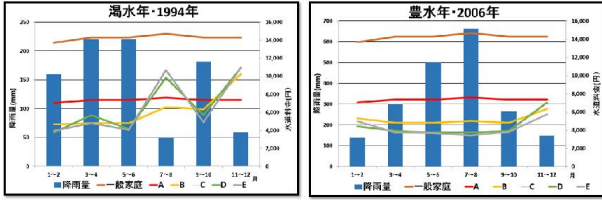


図4 水道料金と降雨量

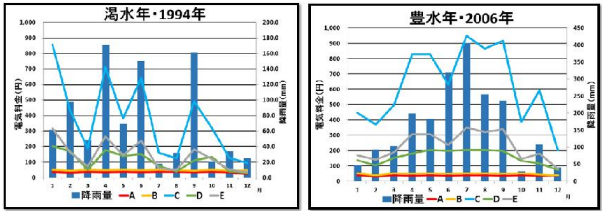


図5 電気料金と降雨量

渇水時 1994		雨水利用実験住宅				
	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	浄水処理	UV殺菌	UV殺菌
飲料	上水道	上水道	上水道	浄水処理	上水道	UV殺菌
上水道料金	45650	23781	19852	20443	21087	20443
下水道料金	39839	21267	17596	16871	16946	16871
電気料金	0	395	570	4538	1326	1705
メンテナンス費用	-	-	-	27200	2346	4175
総額	85489	45443	38018	71050	43707	45184
一般家庭と比較した減額(円)	-	40046	47471	14439	41782	40285

図6 料金一覧(渇水年)

豊水時 2006		雨水利用実験住宅				
	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	浄水処理	UV殺菌	UV殺菌
飲料	上水道	上水道	上水道	浄水処理	上水道	UV殺菌
上水道料金	45650	23261	16704	13542	14270	13542
下水道料金	39839	20789	14404	11887	12481	11887
電気料金	0	408	580	7508	1895	2758
メンテナンス費用	-	-	-	27200	2346	4175
総額	85489	44456	31668	60137	30992	32362
一般家庭と比較した減額(円)	-	41031	53821	25352	54497	53127

図7 料金一覧(豊水年)

5. 研究手法 流出抑制費用対効果

2009年7月の豪雨直後に被災住民へのヒアリング調査を実施して作成された鳥飼地区における浸水実績図(図8)、下水道事業における費用対効果マニュアル、全国浸水被害額評価のための基礎調査、ゼンリン地図(図9)をもとに鳥飼地区での内水氾濫における被害額を算出する。また、雨水貯留タンク設置にかかる費用、貯留量を算出し、それらの値を、雨水貯留タンクを設置することで得られる費用/雨水貯留タンク設置にかかる費用の式に代入し、流出抑制費用対効果を求める。一般的にこの値が1以上であれば公共事業として成り立つといわれている。

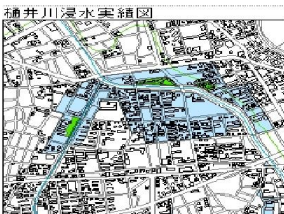


図8 浸水実績図

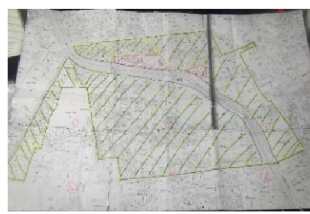


図9 ゼンリン地図

6. 結果・考察 流出抑制費用対効果

今回、上記の手法により、2009年7月24日の中国・九州北部豪雨での鳥飼地区の被害額を算出したところ、23億2千2百万円となった。

この値から鳥飼地区の一軒家の住宅のうち16%つまり562軒中87軒(最小限)、45%つまり562軒中253軒(最大限)が雨水利用実験住宅と同じ41.8 m³の雨水貯留タンクを設置すると、それぞれ2272 m³、6606 m³の雨水を貯留することができることが分かった。これらの結果を用いて、それぞれ費用対効果を求めると、5.06 ≥ 1.0、1.08 ≥ 1.0となり、既往の研究より内水氾濫による溢水量は2264.8 m³と求められていることから、どちらのパターンも公共事業として成り立つといえる。

7. まとめ

雨水利用費用対効果、流出抑制費用対効果の検証結果より次のことがいえる。

雨水を生活用水として利用すると、生活にかかる費用は安価になるが雨水貯留タンク設置に約450万円かかるので、利水面のみで効果を発揮するためには、長い時間がかかることが分かる。そのため、利水面の効果と同時に治水面の効果を知周していくことが重要であると考えられる。

そこで今回の検証結果のように鳥飼校区に雨水貯留タンクを一般家庭に設置した場合、局所的集中豪雨による水害を抑制でき、公共事業として成り立つという結果を行政をはじめ、住民の方々に周知していく必要がある。そして最終的には、現在のオンサイト型貯留から、オフサイト型貯留である流域全体を巻き込んだ、流域単位での社会システムに変換していくことが、局所的集中豪雨、渇水による被害を防止する対策の一つになると考える。

8. 今後の方針および謝辞

氾濫解析等のソフト等を使い、樋井川流域全体の浸水量(外水氾濫含む)・被害額を今回の研究よりも正確に算出する。その結果を基に樋井川流域の一軒家に雨水貯留タンクを設置したと仮定し、費用対効果を求める予定である。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。

参考文献

- 1) 国土交通省委員会調査室 山田宏
公共事業における費用便益分析の役割, pp1-8
- 2) 国土交通省 雨水利用推進法
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk1_000068.html
- 3) 気象庁災害時気象速報
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigaiji/saigaiji_201201.pdf
- 4) 福岡大学 林雅夢
内水氾濫解析による鳥飼地区を対象とした個人住宅による雨水流出抑制効果の検証, p42
- 5) 福岡大学 櫻井雅仁
渇水時における個人住宅および公共施設での雨水活用可能量の検証, pp45-49
- 6) (株)MJS 下水道事業における費用対効果マニュアル(案) 2006.11