

雨水貯留タンクを用いた治水・利水効果に関する基礎的研究

福岡大学工学部 学生員 ○岩田和也 福岡大学工学部 正会員 山崎惟義
 福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一 福岡大学工学部 正会員 伊豫岡宏樹
 NPO 南畑ダムを貯水する会 非会員 山下輝和 福岡大学工学部 正会員 林義晃

1. はじめに

近年、我が国では集中豪雨により 2004 年新潟・福島豪雨災害、2005 年宮崎水害、2006 年鹿児島県北部豪雨災害などの水害が頻発している。福岡市では御笠川が 1999 年と 2003 年に洪水氾濫を引き起こし、2009 年 7 月には九州北部豪雨が発生し樋井川が越水した。都市部では大部分が住宅やコンクリートやアスファルトに覆われており、貯留・浸透機能が減少しているといわれ、局部的豪雨により雨水の河川への流入により都市型水害の原因となることが指摘されている。水害対策として、ハード面では貯留浸透施設の増設、調整池の増設、河川改修などが行われるが、これらの方法は財政の圧迫や長期にわたる建設となるうえ、広大な土地を必要とし、住宅の多い都市では困難である。これらの水害対策に代わる方法として、各家庭で雨水を貯留する試みが着目されている。

2. 目的

雨水貯留タンクはコストが安く、広い土地も必要とせず、各家庭での雨水流出抑制が可能である。また、1978 年、1994 年に大洪水を経験している福岡市にとって貴重な水資源を確保できるというメリットもある。このため、本研究では福岡市の樋井川流域を対象とし、雨水の有効利用を図り、貴重な水資源を確保し、なおかつ、個人住宅で可能な雨水貯留タンクによる雨水流出抑制の基礎的研究を行う。雨水貯留による水害防御効果(ピーク流量のカット)の確立、雨水貯留タンクの雨水貯留効果の検討、雨水貯留タンクの設置で住民に発生するメリットを定量化することを目的とする。

3. 調査方法

(1) 樋井川流域の土地利用の情報整理

福岡市の住宅地図¹⁾をもとに、一戸建て住宅を計数した。地図上で判断できない建物は航空写真²⁾で確認して判断した。その後、福岡市の統計データにある、区ごとの一住宅当たりの平均建築面積を用い、樋井川流域全体での建築面積を算出した。また、建築面積は建物の水平投影面積を意味し、屋根面積として差し支えないものとし、建築面積を屋根面積とした。一戸建て住宅以外の建物については、住宅地図よりその敷地および建築物の面積を求めた。

(2) 雨水流出抑制効果の検討

樋井川流域の一戸建て住宅で雨水流出抑制を行った場合の効果を検討する。2003 年の御笠川の水害を対象とし、時間雨量 91mm/h に対応した雨水流出抑制を目標とする。

(3) 雨水貯留タンクによる貯留実験

実験用の雨水貯留タンク(容量 200ℓ)を福岡大学葉草園内の倉庫(屋根面積 18 m²)に設置し、降雨時に雨水の貯留を行った。10 分ごとに雨水貯留タンクの水位を計測し、雨水回収量を求めた。

(4) 雨水利用の効果

福岡市下水道局の統計を基に、年間平均降水量から 1 年で雨水貯留可能量を求め、家庭で生活用水に利用した際のメリットを検討する。

4. 調査結果

(1) 樋井川流域の土地利用を表 1 に示し、土地利用の定義・方法を表 2 に示す。

表 1 樋井川流域土地利用

	屋根(m ²)	屋根以外(m ²)	合計規模(m ²)	割合(%)
集合住宅	1233 × 10 ³	1622 × 10 ³	2855 × 10 ³	9.77
店・会社	641 × 10 ³	889 × 10 ³	1530 × 10 ³	5.24
一戸建て住宅	1695 × 10 ³	3345 × 10 ³	5040 × 10 ³	17.26
公共施設	182 × 10 ³	383 × 10 ³	565 × 10 ³	1.93
学校	283 × 10 ³	1282 × 10 ³	1565 × 10 ³	5.36
UR	121 × 10 ³	406 × 10 ³	527 × 10 ³	1.8
空き家	194 × 10 ³	394 × 10 ³	588 × 10 ³	2.01
道路			4425 × 10 ³	15
駐車場			734 × 10 ³	2.51
治水池・農業用ため池			730 × 10 ³	1.5
山林			8181 × 10 ³	28.02
農地			466 × 10 ³	1.6
公園・緑地・緑道			1544 × 10 ³	5.29
空地			315 × 10 ³	1.08
河川			465 × 10 ³	1.59
基場			11 × 10 ³	0.04

表 2 土地利用ごとの定義、調査方法

	定義	調べ方・やり方
集合住宅 (803棟)	ゼンリンの地図上のビル・アパート・マンション	ゼンリンの地図・手作業
店・会社 (3480戸)	ゼンリンの地図上の店・会社	ゼンリンの地図・手作業
一戸建て住宅 (21542戸)	一戸建ての住宅	屋根面積:流域内戸数×平均建築面積 敷地面積:流域内戸数×平均敷地面積
公共施設	市営、県営、国営の施設+寺、神社	GISの面積計算
学校 (小学校:18校、中学校:10校、高校:6校、大学:5校)	ゼンリンの地図上の幼稚園・保育園・小学校・中学校・高等学校・大学・専門学校	ゼンリンの地図・手作業
UR (247棟)	ゼンリンの地図上のUR	ゼンリンの地図・手作業
空き家 (1947戸)	ゼンリンの地図上の家で、番地は記載されているが、名前が記載されていないもの	ゼンリンの地図・手作業
道路 (延長:228km(福岡区のみ))	樋井川流域面積から道路以外の面積を除いたもの	樋井川流域面積-道路以外の面積
駐車場 (2112箇所)	ゼンリンの地図上の駐車場	ゼンリンの地図・手作業
治水池・農業用ため池 (治水池:14基、農業用ため池:38基、用途不詳:12基)	市のため池台帳に記載されているもの・台帳にない、独自に調査したもの	市役所提供データ、GISの面積計算
山林 (481箇所)	google map 上の森林(公園・緑地を除く)	GISの面積計算
農地 (481箇所)	ゼンリンの地図上の田・畑・桑畑・茶畑・果樹園	google map の面積計算
公園・緑地・緑道 (公園:178ヶ所、農用地:19ヶ所、緑道:4ヶ所)	ゼンリンの地図上の公園・緑地・緑道(学校のグラウンドは除く)	市役所提供データ
空地 (402ヶ所)	ゼンリンの地図上の白地	google map の面積計算
河川	google map 上の河道内面積	google map の面積計算
基場 (18ヶ所)	ゼンリンの地図上の基場	ゼンリンの地図・手作業

(2) 御笠川の水害, 時間雨量 91mm/h に対応するため, 福岡市の下水道と河川の確率降雨量と比較し, 流出抑制量の割合を算出した. 表 3 からわかるように樋井川流域で, 下水道からの氾濫を防ぐには 35%, 河川の氾濫を防ぐには 23%の雨水流出抑制が必要である. 一戸建て住宅において, 個人の敷地に降った雨水を個人で抑制しなければならないと仮定すると, 全ての一戸建て住宅で抑制しなければならない量は表 4 のようになる. ただし, 雨水流出抑制量の割合は, 流域すべてが浸透しないと仮定している.

(3) 雨水貯留実験では 2009 年 11 月 13 日の降雨を対象とし 10 分間隔で雨水貯留タンクの水位を測定した. 図 1 は 10 分間降雨量と雨水貯留タンクの水位を示し, 表 5 にタンクの雨水回収量を示す.

(4) 一戸建て住宅は樋井川流域内に 21,542 戸あり, 各家庭すべてに 200ℓの雨水タンクを一基設置すると, 4,308.4 t の雨水が貯留可能になる. 福岡市水道局のデータで平成 15 年から平成 19 年の平均降水量を用い年間降水量 1515mm/年, 個人住宅の平均屋根面積 78.7 m²とすると, 1 年間で雨水タンクに溜めることができる量が最大 12 万ℓとなる. 4 人家族の男 2 人, 女 2 人が 1 日に大便 1 回, 小便 3 回の場合, 雨水貯留タンクに貯留した水をトイレの洗浄水や散水, 洗車に使用することで, 年間約 31,800 円の水道代削減につながると試算された.³⁾

表 3 流出抑制の割合

樋井川	下水道	河川
樋井川流域の10年確率降雨量	59mm/h	70mm/h
91mm/hの雨に対応するための流出抑制量	32mm/h	21mm/h
91mm/hの雨に対応するための流出抑制量の割合	35%	23%

表 4 全一戸建て住宅における抑制量

降雨量	敷地に降る量 (t)	屋根に降る量 (t)	下水道の氾濫を抑制する 場合の抑制量(t)	河川の氾濫を抑制する 場合の抑制量(t)
100mm/h	504,000	169,500	176,400	115,920
90mm/h	453,600	152,550	158,760	104,328
80mm/h	403,200	135,600	141,120	92,736
70mm/h	352,800	118,650	123,480	81,144
60mm/h	302,400	101,700	105,840	69,552
50mm/h	252,000	84,750	88,200	57,960

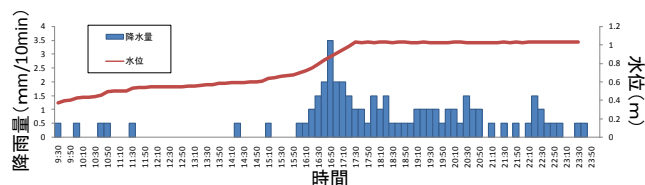


図 1 降雨量と雨水貯留タンクの水位の関係

表 5 雨水回収量

降雨量(mm)	水位上昇(mm)	屋根に降る量(ℓ)	タンクへの流入量(ℓ)	雨水回収率(%)
0.5	21.4	9	4.2	46.7
1	36	18	7.1	39.3
1.5	38	27	7.5	27.6
2	39	36	7.7	21.3
3.5	39	63	7.7	12.1
2	42	36	8.2	22.9

5. 考察

一戸建て住宅の敷地面積が樋井川流域内に約 17.26%占めており, 不透水面積である屋根の面積が一番大きいので, 一戸建て住宅において雨水を貯留することが, 雨水流出抑制の鍵となる.

雨水貯留実験によると雨水貯留タンクへの流入量は, タンクが満水になる前に降雨量が 1mm/10min を超えた辺りから一定となっていたことから, 降雨量が増加する際に雨水回収量は低下するので, 豪雨に対応するには, タンクが満水になった後に, オーバーフローする仕組みが効果的だと考えられる. また, 降雨時に雨水貯留タンクに貯留できない状態が発生するのを回避するために, 貯留した雨水を円滑に使用するため, 生活の中で雨水をトイレ等に優先的に利用していく仕組みが必要である.

また, 表 3 より河川の氾濫を防ぐには樋井川流域全体で 23%の流出抑制が必要であるとわかった. 例えば 90mm/h の降雨のとき一戸建て住宅の敷地に 453,600 t/h 降るので, その内 23%の 104,328 t/h を流出抑制しなければならないという事になる(表 4). また, 一戸建て住宅は 21,542 戸であるため, 一軒当たりの抑制量は約 4.8 t/h となる. 表 3 に示す 35%と 25%という値は樋井川流域全体で抑制する割合で, ため池や山林などでは抑制すべき量より流出抑制できるため, 住宅での流出抑制量は 35%や 25%よりも低くなる.

6. 結論

土地利用調査の結果, 一戸建て住宅は樋井川流域内に 5,040×10³m²の面積があり, 流域の 17.26%を占めていた. 全戸数は 21,542 戸あり, 200ℓの雨水タンク設置で 4,308.4 t の貯留可能となることがわかった.

樋井川流域で時間雨量 91mm/h に対応する場合, 河川の氾濫を防ぐには降雨の 23%の流出抑制を必要とし, 下水道からの氾濫を防ぐには 35%の流出抑制が必要である. 屋根のある建物に雨水貯留タンクを設置し貯留すれば, 全体で約 15%の流出抑制が行える. 表 3 に示す河川氾濫を防ぐ際の達成すべき目標の 23%の半分以上を補うことができる.

参考資料

- 1) 株式会社ゼンリン, ゼンリン住宅地図
福岡県福岡市城南区, 2009 年 10 月発行
福岡県福岡市南区, 2009 年 7 月発行
福岡県福岡市中央区, 2008 年 12 月発行
- 2) Google Earth <http://earth.google.com/intl/ja/>
- 3) TOTO 株式会社 <http://www.toto.co.jp/company/>
- 4) 佐子山勉・山崎惟義・渡辺亮一: 樋井川流域における降雨に伴う水位上昇の傾向分析, 平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会講演集, pp. 241-242, 2009.
- 5) 和波一夫, 嶋津暉之: 雨水循環に関する研究, 東京都環境科学研究所年報, 2004.