

家庭用雨水貯留タンクによる 流出抑制効果に関する研究

浜田 晃規¹・渡辺 亮一¹・伊豫岡 宏樹¹・山崎 惟義¹・皆川 朋子²
島谷 幸宏³・山下 三平⁴・森山 聡之⁵・山下 輝和⁶

¹正会員 福岡大学助手 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈八丁目19-1)
E-mail:hamadateruki@fukuoka-u.ac.jp

²正会員 熊本大学准教授 工学部社会環境工学科 (〒860-0004 熊本県熊本市中央区黒髪二丁目39-1)
E-mail:minagawa@kumamoto-u.ac.jp

³フェロー会員 九州大学教授 工学研究院 (〒819-0395 福岡市西区元岡744番地)
E-mail:shimatani@civil.kyushu-u.ac.jp

⁴正会員 九州産業大学教授 工学部都市基盤デザイン工学科 (〒813-8503 福岡市東区松香台二丁目3-1)
E-mail:samp@ip.kyusan-u.ac.jp

⁵正会員 福岡工業大学教授 社会環境学部社会環境学科 (〒811-0295 福岡市東区和白東三丁目30-1)
E-mail:moriyama@gisight.org

⁶特定非営利活動法人南畑ダム貯水する会 理事長 (〒814-0153 福岡市城南区樋井川五丁目34-2)

福岡市を流れる樋井川流域では、流域住民自身が主体的に水害抑制に取り組む流域治水による水害対策を行うために取り組みを進めてきている。この流域では2009年7月24日の水害被害を受けて、住民が自ら実践できる流出抑制対策として、2010年より無料で雨水貯留タンクを106基設置し、モニタリングを継続している。本研究では、住民が主体的に治水に係わって行く流域治水を達成して行くために、個人住宅で簡単に取付けることができる雨水貯留タンクによる雨水流出抑制効果を長期に渡って確認するとともに、設置者に取り付け前後でのアンケートを実施し、貯留した雨水の利用方法等を確認し、住民が主体的にかかわる流域治水の可能性に関して議論する。

Key Words :runoff control, on sight storage, public involvement, urban river, infiltration

1. はじめに

福岡市では御笠川が1999年と2003年に氾濫し、2009年には九州北部豪雨によって那珂川・樋井川が越水し、大きな被害をもたらした。都市部では貯留・浸透機能が低下し、局地的豪雨の際に雨水が短時間で河川に流れ込むことが都市型水害の原因となると指摘されている。対策として、貯留浸透施設や調整池の増設、河川改修などが行われているが、これらの方法は財政の圧迫や長期に渡る建設となるうえ、広大な土地を必要とし、住宅地が密集する都市域では困難な場合が多い。研究対象としている樋井川は、福岡市中心部を流れる流域面積30km²、流路延長約13kmの典型的な都市中小河川で、流域内には約19万人が暮らしている¹⁾。都市化率は約7割に達し、常にゲリラ豪雨に伴う都市型水害による浸水被害に注意が必

要な流域である。樋井川流域では、流域住民自身が主体的に水害抑制に取り組む流域治水による水害対策を行うために取り組みを進めてきており²⁾、今年度、福岡県が策定した樋井川水系河川整備基本方針の中でも、都市化が進行した地域での治水に関して様々な手法を用いたメニューが盛り込まれている。この流域では2009年水害被害を受けて、住民が自ら実践できる流出抑制対策として、2010年より無料で雨水貯留タンク(容量200L：写真-1参照)を106基設置し、モニタリングを継続している³⁾。本研究では、住民が主体的に治水に係わって行く流域治水を達成して行くために、個人住宅で簡単に取付けることができる雨水貯留タンクによる雨水流出抑制効果を長期に渡って確認するとともに、設置者に取り付け前後でのアンケートを実施し、雨水タンク設置前後での住民の水害に対する意識の変化や、貯留した雨水の利用方法等

を確認することで、住民が主体的にかかわる流域治水の可能性に関して議論を進めている。



図-1 雨水貯留タンクの設置箇所



写真-1 雨水貯留タンク

2. 目的

本研究では、雨水貯留タンクを用いた流域治水を具体的に進めていくため、樋井川流域の雨水貯留タンク設置者に対してヒアリングを行い、以下を明らかにすることを目的としている。

(1) 雨水貯留タンクの流出抑制効果の検証

実際に雨水貯留タンクを設置した場合にどれだけ雨水を流出抑制し、貯留できるかを検証する。

(2) 雨水利用方法の検討

無償配布した雨水タンクの使用状況をアンケートにより調査分析し、雨水タンクの使用状況を整理し、雨水貯留タンクの適切な利用方法の検討を行う。

(3) 水位観測による雨水利用状況調査

降雨の前に雨水を使用して、タンク内の雨水を減らし流出抑制に取り組んでいるか確認する。

3. 解析方法

(1) 雨水貯留タンクの流出抑制効果の検証

福岡市は59.1mm/hの雨量に対応できるよう整備を進めていることから¹⁾、60mm/h以上の雨量の際、雨水貯留タンクの設置により流出増加量の何割削減できるかを確認する。解析には合理式法を使用するため、まずは解析の対象となる領域を決め、その領域の土地利用を明らかにし、総括流出係数を算出する。その後、合理式法により流出増加量を算出し、設置する雨水貯留タンクの容量、設置割合を設定し解析を行う。

(a) 解析対象領域の設定

2009年7月24日に浸水被害が発生した福岡市の樋井川中流域に位置する田島地区の下水管路網に沿って設定した(面積58.37ha：図-2参照)。

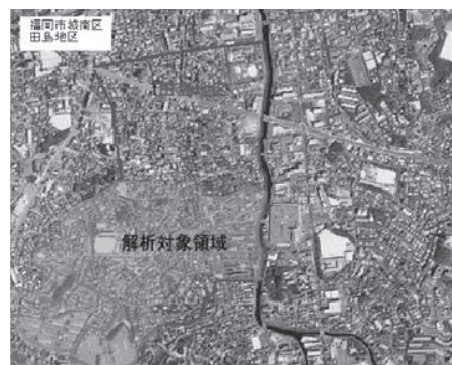


図-2 流出解析対象領域



図-3 解析対象領域内の管路網

(b) 流出量通減率

流出量低減率とは、60mm/h以上の降雨量の際に排水管から溢れた水量を流出増加量とし、雨水貯留タンクを設置することにより流出増加量を何割程度削減できたかを示すものである。

流出量通減率＝貯留容量/流出増加量

(c) 流出増加量

流出増加量とは、本研究では、60mm/hを超えた際の時間雨水流出量(合理式により算出)から、60mm/hの際の時間雨水流出量を引いた値を流出増加量とする。60mm/hまでの雨量では、内水氾濫は起こらないと仮定する。

$$\text{流出増加量}(\text{m}^3/\text{h}) = Q_{60\text{以上}} - Q_{60}$$

ここで、

$Q_{60\text{以上}}$ ：降雨強度60mm/h以上の時間雨水流出量(m^3/h)

Q_{60} ：降雨強度60mm/hの時間雨水流出量(m^3/h)

福岡市は59.1mm/hの雨量に対応できるよう整備を進めていることから1)、60mm/h以上の雨量の際、雨水貯留タンクの設置により流出増加量の何割削減できるかを確認する。解析には合理式法を使用するため、まずは解析の対象となる領域を決め、その領域の土地利用を明らかにし、総括流出係数を算出する(表-2)。その後、合理式法により流出増加量を算出し、設置する雨水貯留タンクの容量、設置割合を設定し解析を行う。

(d) 合理式

時間雨水流出量を合理式法によって概算した。

$$Q = 1/360C \cdot I \cdot A \times 3600$$

ここで、Q：時間雨水流出量(m^3/h)

C：総括流出係数

I：降雨強度(mm/h)

A：排水面積(ha)

(e) 総括流出係数

総括流出係数とは、流域に降った雨量の河川への流出量の割合を示すものである。本研究では、解析対象領域内の土地利用調査から、工種別の面積を割り出し、以下の式に当てはめることで総括流出係数を算出した。

$$C = \sum_{n=1}^m C_i \cdot A_i / \sum_{n=1}^m A_i$$

ここで、C：総括流出係数

C_i ：工種の基礎流出係数

A_i ：工種の総面積

m：工種の数

表-1 工種別基礎流出係数の標準値

工種別	基礎流出係数	工種別	基礎流出係数
農地	0.95	空地	0.30
道路	0.90	芝・樹木の多い公園	0.25
その他の不透水	0.95	勾配のゆるい山地	0.40
水面	1.00	勾配の急な山地	0.60

表-2 工種別面積調査結果

工種別	基礎流出係数	総面積(ha)	全体に占める割合(%)
農地	0.95	15.5	26.5
道路	0.90	15.3	22.8
その他の不透水	0.95	0.0	0.0
水面	1.00	0.8	1.5
空地	0.30	4.6	7.3
芝・樹木の多い公園	0.25	24.1	41.3
勾配のゆるい山地	0.40	0.0	0.0
勾配の急な山地	0.60	0.0	0.0

4. 調査結果

(1) 雨水貯留タンクの流出抑制効果の検証

表-3は、200L、750L、1000Lの雨水貯留タンクを解析対象領域内の個人住宅に各設置割合で設置した場合、降雨強度が70mm/hから100mm/hでの流出量低減率の解析結果を表している。この表から、200L雨水貯留タンクは、解析対象領域内の個人住宅に100%普及できたとしても、流出抑制効果が1.5%と極めて小さいことがわかった。設置件数の増加およびタンクの大形化が必要である。

表-3 タンク容量毎の流出量低減率

タンクの容量	住宅での タンク設置割合	設置件数	貯水容量 (t)	流出量低減率 (%)			
				70mm/h	80mm/h	90mm/h	100mm/h
200L	20%	203	40.6	1.2	0.6	0.4	0.3
	40%	406	81.2	2.3	1.2	0.8	0.6
	60%	610	122	3.5	1.7	1.2	0.9
	80%	813	162.6	4.6	2.3	1.5	1.2
	100%	1016	203.2	5.8	2.9	1.9	1.5
750L	20%	203	152.25	4.3	2.2	1.4	1.1
	40%	406	304.5	8.7	4.3	2.9	2.2
	60%	610	457.5	13.1	6.5	4.4	3.3
	80%	813	609.75	17.4	8.7	5.8	4.4
	100%	1016	762	21.8	10.9	7.3	5.4
1000L	20%	203	203	5.8	2.9	1.9	1.4
	40%	406	406	11.6	5.8	3.9	2.9
	60%	610	610	17.4	8.7	5.8	4.4
	80%	813	813	23.2	11.6	7.7	5.8
	100%	1016	1016	29.0	14.5	9.7	7.3

5. 雨水利用方法のアンケート及び水位観測

(1)雨水利用方法のアンケート

樋井川流域内で雨水貯留タンクを活用した流域治水達成のためのモニタリング制度は2010年5月から開始された。しかし、流域治水を達成するためには、どのように雨水貯留タンクを流出抑制に用いればよいかに関しての知見がないのが実情である。そこで、雨水貯留タンク設置者の利用状況をより詳しく知るために、ヒアリングによって雨水貯留タンク設置者の状況把握を行うこととした。調査対象者は雨水貯留タンクのモニター制度によって雨水貯留タンクを設置した樋井川流域住民(計96世帯・106基)である。アンケート内容は雨水貯留タンクの設置目的、雨水の用途、意識の変化、タンクの容量があり、その中から利水と治水に関する項目をまとめた。

(2)水位観測による使用状況調査

田島、及び近傍の西片江の地域の2家庭に設置している雨水貯留タンク内に水位計を取り付け、10分間隔で水位を計測し、田島地域の降雨量と照らし合わせ、降雨の前に雨水を使用して、タンク内の雨水を減らし流出抑制に取り組んでいるか確認する。また、同時にタンク内の水質調査をおこなっている。

(3)タンクを設置している地域の月ごとの降雨量

田島、西片江地域の降雨量は田島小学校に設置してある雨量計を用いることとする。0.2mmの雨に反応する雨量計を使用し、10分間隔に整理したデータを使用する。

6. 雨水利用方法のアンケート及び水位観測結果

(1)雨水利用方法のアンケート

下記にアンケートの改修結果を示す。樋井川流域内で

雨水貯留タンクを活用した流域治水達成のためのモニタリング制度は2010年5月から開始された。しかし、流域治水を達成するためには、どのように雨水貯留タンクを流出抑制に用いればよいかに関しての知見がないのが実情である。そこで、雨水貯留タンク設置者の利用状況をより詳しく知るために、ヒアリングによって雨水貯留タンク設置者の状況把握を行うこととした。調査対象者は雨水貯留タンクのモニター制度によって雨水貯留タンクを設置した樋井川流域住民(計96世帯・106基)である。アンケート内容は雨水貯留タンクの設置目的、雨水の用途、意識の変化、タンクの容量があり、その中から利水と治水に関する項目をまとめた。

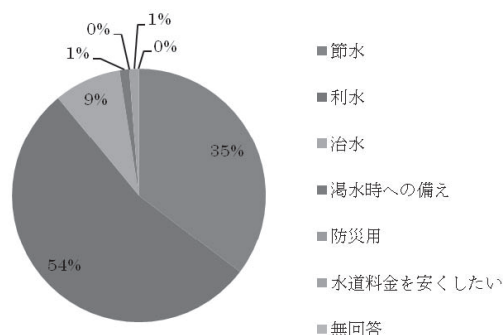


図4 アンケート結果(設置した目的)

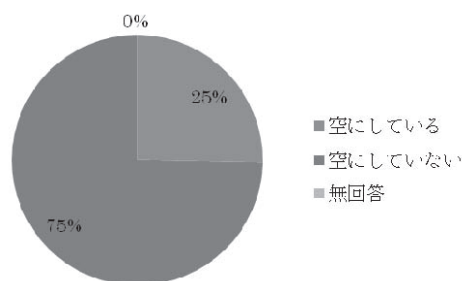


図5 アンケート結果
(雨が降る前にタンクを空にしているか)

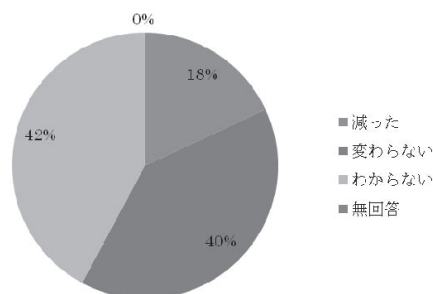


図6 アンケート結果(水道料金の変化)

図-4から分かるように、タンク設置時に設置する目的が治水であることを説明したにも関わらず、アンケートによって確認された設置目的は54%が「利水」、35%が「節水」、9%が「治水」と利水への関心が高かった。また、洪水警報が発令された際にはタンクを空にするようお願いしていたが、実際に空にしたのは25%程度でることがわかった(図-5)。雨水の利用に関してはモニタリング実施中の1軒のお宅において、40m³/月であった水道使用量が5m³/月減少し、結果として水道料金が1612円安くなった場合も確認された(図-6)。

(2)水位変動と降雨量

図-7に西片江地区と田島地区において水位計を設置している200L(上図)及び1000L(下図)の雨水貯留タンクの水位変動を示す。200Lタンクは10mm/hほどの雨で満水位1mに達するため、あまに流出抑制が期待できない。一方で2012年10月に設置した1000Lタンクはひと雨で満水位1.8mに達することは少なく降雨前に多く排水することで流出抑制に大きく貢献できると考えられる。

7. 考察

アンケート結果から得られた降雨前に空にしない理由として使用用途が少ないという意見が多く、今後トイレ、洗濯など使用用途を増やしていかなければならない。また、降雨時にタンクが空になっていないと、流出抑制機能は果たさないため、治水のための雨水貯留タンクの活用法を示したマニュアルの作成や、降雨前に設置者にメール等でタンクを空にするよう連絡することで、流出抑制のための雨水貯留タンクの利用を浸透させることや、自動排水装置の開発も含めて検討する必要がある。

水位変動は2つの家庭を比較してみるとやはり庭の広い田島、西片江はどちらも降雨前は水位が低く、比較的良好に利用している。このように庭の広いところは植物が多く雨水の使用量が多いが、庭の狭い家庭は使用量が少ない。そのため、各家庭の雨水の使用容量に合わせてタンクの大きさを適合させなければならぬと考えた。また、現在設置している200Lタンクは10mm/hほどの雨で満水になるため、庭の狭い家庭は排水が間に合わず流出

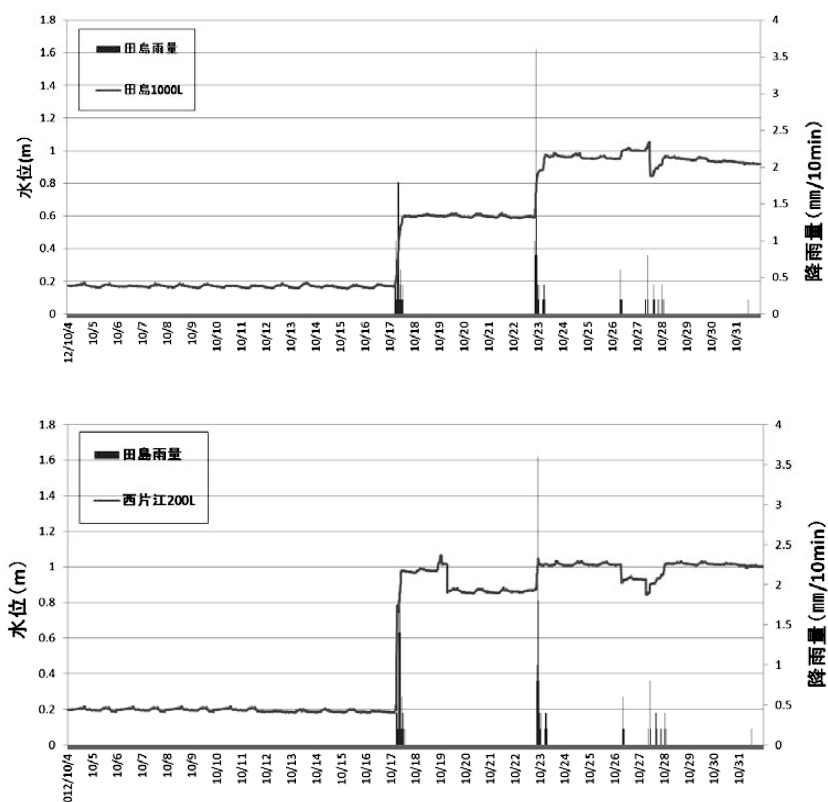


図-7 同時期における1000Lタンク(上)及び200Lタンク(下)の貯水状況

抑制があまり期待できない。一方で、2012年10月に設置した1000Lタンクはひと雨で満水にはなっておらず、屋根に降った雨をほとんど回収できていることがわかる。このため、今後は現在設置している1000Lタンクをさらに普及させ、200Lタンク以上の流出抑制効果を発揮させていくべきだと考える。

謝辞：雨量計や水位計のデータ収集に協力して頂いた樋井川流域の雨水貯留タンク設置者の方々に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 福岡県：樋井川水系河川整備基本方針，pp.2，2013.
- 2) 島谷幸宏他：治水・環境のための流域治水をいかに進めるか，河川技術論文集，第16巻，pp.17-22，2010.
- 3) 渡辺亮一他：流域治水を目的とした家庭用雨水タンクの利用実態把握，土木学会第66回年次学術講演会，VII-001，1-2(CD-ROM)，2011

(2013. 7.31 受付)

EFFECT OF RUNOFF CONTROL USING DETENTION TANK FOR HOUSEHOLD USE

Teruki HAMADA, Ryoichi WATANABE, Hiroki IYOOKA, Koreyoshi YAMASAKI
Tomoko MINAGAWA, Yukihiro SHIMATANI, Sanpei Yamashita, Toshiyuki
MORIYAMA and Terukazu YAMASHITA

The river basin management resident of the valley itself is advancing in Hii river flows through Fukuoka city. Since this basin suffered flood damage in 2009, as a measure which the resident themselves can practice, it will install 106 rain water storage tanks for nothing from 2010, and is continuing monitoring. In this research, in order that residents may attain the river basin management which controls the water actively, the rain runoff inhibiting effect by the rain water storage tank which can be attached easily is checked over a long period of time in an individual residence. In addition, the questionnaire after attaching with a user is carried out, the usage of the stored rain tank water is checked, and it argues about the possibility of river basin management.