

# 穴あき雨水貯留タンクの治水機能の実証研究

浜田 晃規<sup>1</sup>・島谷 幸宏<sup>2</sup>・渡辺 亮一<sup>1</sup>・伊豫岡 宏樹<sup>1</sup>・  
皆川 朋子<sup>3</sup>・山下 三平<sup>4</sup>・森山 聡之<sup>5</sup>・角銅 久美子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>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

<sup>3</sup>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

<sup>4</sup>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

<sup>5</sup>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

都市域では雨水は下水道を通じて速やかに河川へ放流するという雨水管理システムが構築された。このシステムは、これまで生活の一部として利用していた雨水を物理的にも心理的にも遠く距離を置くことになった。そのため我々研究グループは200Lの雨水タンクを研究対象流域内に100基程度設置し、その効果を検証を行ってきたが、200Lの容量が治水効果を期待するには小さいことや貯まった雨水を使用せず満水状態が続いて位といった欠点が明らかとなった。そこで新たに穴あき雨水貯留タンクを開発し、その治水効果の検証を行った。その結果、貯留効果によりピーク流量の低減、ピーク時間の遅延、タンクの省容量化といった効果が得られることが明らかとなった。

**Key Words :** rainwater management systeme, rainwater storage tank with a hole

## 1. はじめに

### (1) 樋井川の取り組み

福岡市の中心部を流れる樋井川で2009年7月に発生した水害は、典型的な都市型水害による要因が大きな水害であった。樋井川流域で特に被害が大きかった地区は既に都市化率70%を超える場所であるため、河道拡幅による水害対策を実施するのが非常に難しい地域である。このような流域で、都市型水害から街を守るためには、流域に住んでいる住民自身が主体的に水害抑制に取り組む治水、すなわち流域治水による水害対策が重要であると考えられている。流域治水を樋井川流域で達成するためには、流域住民自ら雨水を貯留することが不可欠であるため、2010年より無料で106基の雨水タンク(200L)を配布し、家庭用雨水タンクによる雨水流出抑制実験に取り組んできた。そして、2010年に取り付けた雨水タンクの使用状況をモニタリングして、その利用状況から水害対策としてどの程度役立っているかを明らかにするとともに、取り付け後約2年が経過した後、雨水貯留に関して2回目のアンケートを実施し、雨水貯留に関する意識の変化に

ついて調査した結果について整理している。貯まった雨水の使用状況について行ったアンケートの結果、雨水タンク設置直後の2010年と設置から2年が経過した2012年では洪水が来る前に容量を空けておく操作を行う割合は減る結果となっており、治水機能を発揮できない要因となっている。また、空にしない理由として使用用途の少なさに加え、貯めた水を捨てるのがもったいないという意見も見られ、治水容量の確保と利水容量の両立が課題として挙げられた。

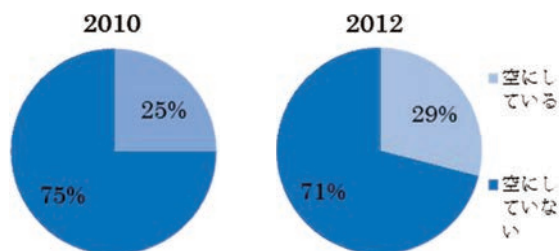


図-1 2010年と2012年タンクを空にしている家庭の比較



写真-1 200L タンク(左)・1000L タンク(右)

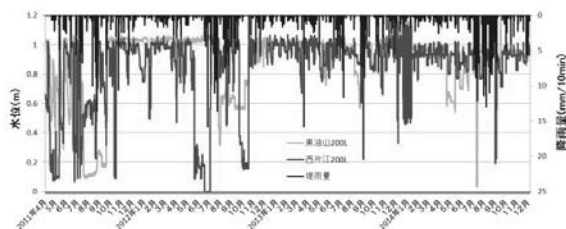


図-2 東油山・西片江 200L タンクの水位変動

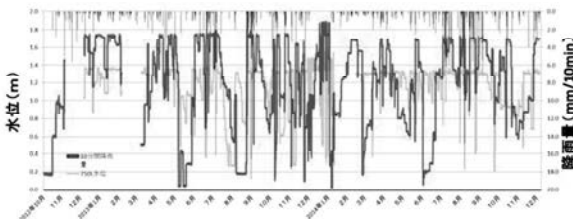


図-3 田島 750L・1000L タンクの水位変動

1)水位変動：設置した106基のタンクでサンプリング対象である東油山・西片江のタンクの水位変動(図-2)から、2011年の10月までは積極的に雨水を利用しているが2013年に入ってから両者とも貯留した雨水を利用していないことがわかる。これは、雨水を主に花の水やりに使っていたために冬の時期から使わなくなっていたのだと考えられる。また、大容量化した雨水タンクを追加で設置したが、1000L・750Lの水位変動(図-3)から2012年に設置してからよく雨水を利用していることがわかる。1000L・750Lではタンクの容量が増えたために水やりだけでなく車の洗車や水槽の水換えなど雨水の活用方法が増えたためとされる。

## 2. 研究目的

雨水貯留タンクが治水施設として普及しないこととの理由として、治水容量が小さい、貯めた雨水を利用しない場合が多いため定量的に評価ににくいことが考えられる。そこで、本研究では、安価に大容量かつ治水容量と利水容量を分割でき、治水容量を常に確保できる機能を持たせるために穴あきの雨水貯留タンクを作成し、その効果を検証した。主要な目的として下記に示す項目につ

いて検証を行った。

- (1)貯留効果による流出抑制機能の検証
- (2)施工費と貯水容量による経済的優位性

## 3. 穴あき雨水貯留タンクの構造

### <設計条件>

治水容量の設定：研究対象としている樋井川流域は2009年7月九州北部豪雨にて浸水被害を受けたことから、この2009年の豪雨を設計対象降雨とした。福岡市雨量松原観測所において最大24mm/10分、連続雨量198mmを記録した。設計の方針としては時間雨量100mmの降雨に対して40mm/hを貯留し、残りの60mm/hを下流の下水道に放流する。構造は屋根面積に降った雨のすべてを雨樋を通じて雨水タンクに一時貯留し、タンクに設置した小穴バルブにより自然調節され流出する。

タンク素材：タンクの素材に関しては価格を抑え、市民で取り組むことができることを重視しているため基本的にホームセンターで入手可能な材料を用いて施行した。躯体は写真-2に示すようにコンクリートブロックを用い、漏水対策のために防水シートを敷設した。また、穴にはバルブを取り付け、開度を調整することにより最終段階で調整できるようにしている。この雨水タンクは2016年6月より施工を開始し、2016年10月からタンク内水位および雨量の観測を行っている。

バルブの開度については、福岡市の下水道設計基準は59mm/hとされており<sup>2)</sup>、この設計基準を下流の許容放流量として設計を行った。タンク内の最高水位においてタンクに設けた小穴から流出する流量が59mm/hとなるようにバルブの開度を流量を直接測定しながら調整した。また各水位における流量についても直接流量測定を行いH-Q関係式を作成した。H-Q式は実験値を最小二乗法により下記式の係数を求めた。

$$Q=a \times (H+b)^{0.5}$$

表-1 流出量の直接測定から求めたH-Q式の係数

水位区分	係数a	係数b
低水位区間	0.00204	-0.26
高水位区間	0.00114	-0.20

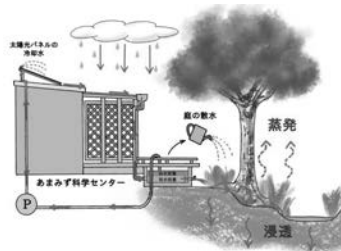


図-4 穴あき雨水貯留タンク利用イメージ図



写真-2 穴あき雨水貯留タンクの外観



写真-3 開度調整用バルブ

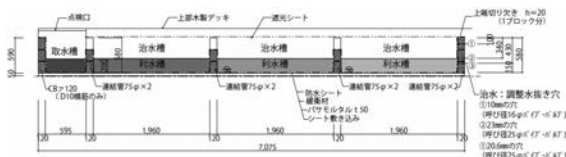


図-5 穴あき雨水貯留タンク構造図(側面図)

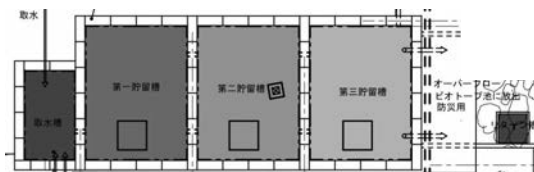


図-6 穴あき雨水貯留タンク構造図(平面図)



写真-4 タンク防水シート敷設状況

表-2 穴あき雨水貯留タンクの容量諸元

コンテナ屋根	25.0 m <sup>2</sup>	治水容量	3.8 m <sup>3</sup>
バーゴラ屋根	16.2 m <sup>2</sup>	利水容量	2.7 m <sup>3</sup>
屋根面積	41.2 m <sup>2</sup>	総容量	6.5 m <sup>3</sup>

#### 4. 流出抑制機能の検証

##### (1) 対象降雨期間

観測は2016年10月から行っているが、大きな降雨イベントが生じていないことから翌年の2017年7月7日～2017年9月7日の2カ月間とした。そのうち7月14日から15日にかけて11.2mm/10分という比較的強い降雨を観測したためこの降雨に注目して解析を行った。図-7はタンク容量を設定するために行った設計対象降雨でのシミュレーション結果である。最大水位で流出量が59mm/hを超えないようにタンクの寸法、穴の径を設定した。

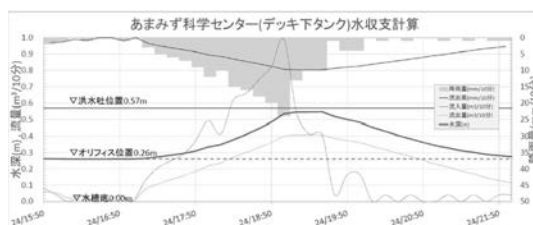


図-7 設計対象降雨での計算結果

##### (2) タンク内貯留計算

洪水の流出抑制効果を検証するためにタンク内の貯水量の貯留計算を実施した。貯留計算は屋根からの流入量と、タンクに設けたバルブからの流出量及びタンク底部からの漏水量で収支計算を行い、タンク内水位を計算し、タンク面積を乗じることで貯留量を求めた。

検証にはタンク内に設置している水位計(HOBO U20L CO-U20L-01 10分間隔観測)と施設脇に設置している雨量計(Onset RG3-M 0.2mm分解能)の観測値を用いた。

#### 5. 検証結果

##### (1) 貯留効果による流出抑制機能

図-8は2017年8月14日12:00～8月15日12:00の計算結果を示したものである。降雨のピークは14日22:10分に生じているのに対し、タンク内の水位のピークは22:20に生じており10分間の遅れが確認された。また流出流量に関しては、ピーク流入量が0.46m<sup>3</sup>/10分であるのに対し、同時刻で0.16m<sup>3</sup>/10分と35%の流量低減に貢献している。

また、図-9は従来の小穴のない雨水貯留タンクを設置した場合の計算結果を示している。この降雨において穴がない場合の最大貯留量は4.4 m<sup>3</sup>であるのに対し、穴を設置した場合3.0 m<sup>3</sup>となった。この降雨は容量に対して

小さいため全量貯留できることから治水効果の検証には至らないが、既設下水道の有効活用という観点からするとそれらを積極的に利用することによってタンク事態の容積を減じることが可能であることが示唆される。

## (2) 経済比較

商業施設が密集する人口集中地区では、大規模な貯水槽を設置する治水対策が行われているが、費用対効果は出るもののその費用は膨大で福岡市博多駅を例にとると貯留量6万トンの治水施設の建設に500億円を要しており、水1トン貯留するのに約80万円の費用がかかる。一方で穴あき雨水貯留タンクは材料費を抑えることで総額45万円で作成でき、水1トンあたり6.9万円(ブロックと遮水シート、デッキ含まず)となり、住宅街などの治水対策としては非常に経済性に優れるといえる。

## 6. 今後の課題

穴あき雨水貯留タンクは、洪水調節機能だけでなく治水容量と利水容量を明確に分離することが可能で、治水容量を定量的に見込める利点がある。

また、利水容量を確保することで、散水だけでなく非常用水、ソーラーパネルの冷却など様々な利点が見込める。また、常時、非常時の放流水を直接下水道につながるのではなく、庭などの空間にせせらぎ水路として利用したり貯留浸透する機能を付加することでより身近に雨水貯留を導入するきっかけになると考えられる。することする部分を設けるなどしてことで普段しかし、利水に関しては貯留した水質が明らかになっていないため、この構造での水質特性について調査する必要がある。

## 参考文献

- 1) 木原玲央他；家庭用雨水貯留タンクによる流出抑制効果の確認と使用状況に関する研究，平成24年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集CD-ROM VII-12, 2013
- 2) 福岡市道路下水道局；雨水整備緊急計画雨水整備Doプラン，平成12年11月

謝辞：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。ここに記し謝意を表する。

(2018.8.24受付)

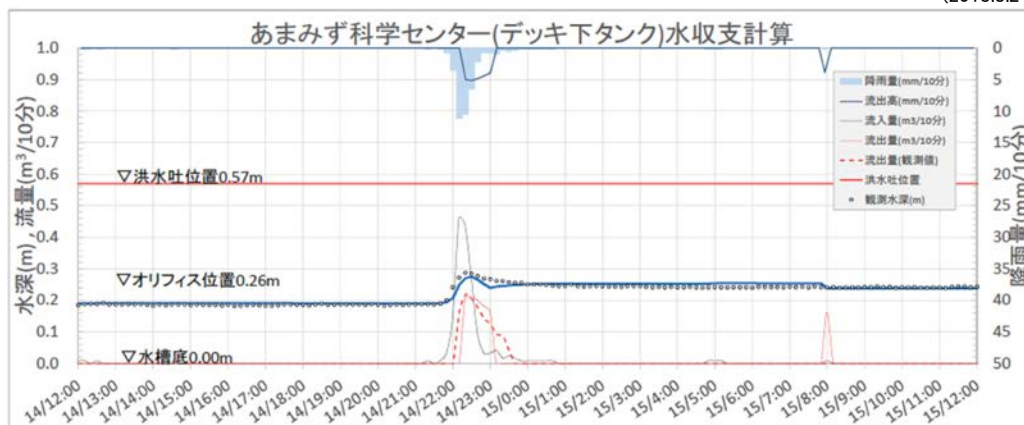


図-8 穴あき雨水貯留タンクの水位変動

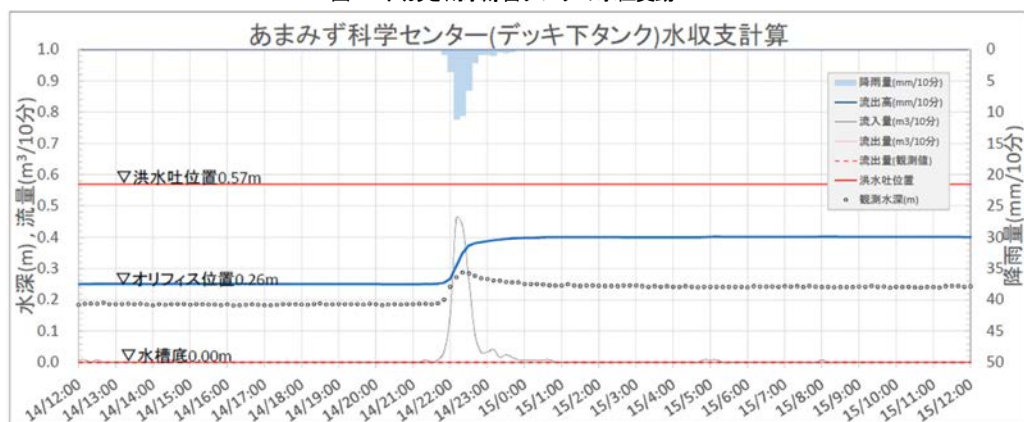


図-9 穴がない場合(従来型)の雨水貯留タンクの水位変動

## EMPIRICAL STUDY ON THE FLOOD CONTROL FUNCTION OF A RAINWATER STORAGE TANK WITH A HOLE

Teruki HAMADA, Yukihiro SHIMATANI, Ryoichi WATANABE, Hiroki IYOOKA,  
Tomoko MINAGAWA, Sanpei Yamashita, Toshiyuki MORIYAMA,  
Kumiko KAKUDO

In urban areas rainwater management system was constructed in which rainwater was discharged to rivers promptly through sewers. This system has been far away physically and psychologically distant rainwater that had been used as part of life. For this reason, our research group has set up about 100 rainwater tanks in the target watershed and we have verified its effect, but the capacity of 200 liters is small to expect the flood effect and accumulated rainwater is used. It is clear that the disadvantage that the full state is continued without being full. Therefore, we developed a newly developed rain water storage tank with a hole, and verified its flood effect. As a result, it was found that effects such as reduction of peak flow rate, delay of peak time and capacity saving of tank can be obtained by the storage effect.