

費用対効果から算出する雨水タンクの適正規模の検証

福岡大学工学部 学生員○古賀大聖 正会員 渡辺亮一・浜田晃規

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う雨の降り方の変化に伴って、短時間に集中的に雨が降る温暖化型豪雨における被害が多発している。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むことで被害が拡大している。内水氾濫を抑制するための手法として、ため池の整備や自然地の保全、透水性舗装技術、雨水貯留施設の設置などが考えられる。この対策の中でも、雨水貯留施設は、天からの恵みを貯留することで、水害を抑制する取り組みとして注目されている。雨水貯留施設とは洪水の流出抑制を目的とした施設や広場や公園、駐車場の一部を掘り下げ、地下に貯留槽を設けてその場に降った雨を一時的に貯留する比較的に小規模なオンサイト型施設のことであり、最近では東京ドームの雨水利用施設のように流出抑制の機能を併せ持つ施設や、雨水浸透施設と組み合わせた多機能型の施設も多く建設されている。また、「雨水は流せば洪水、貯めれば資源」から、雨水を貯留することでトイレ等の生活用水に活用することができ、日常の水道代金を節約することや渇水時の緊急用水としても活用が出来る。

今後、雨水貯留タンクを普及させることは水害を抑制する有効な手段であると考えられるが、更に普及させていくためには、行政側の担当者に雨水貯留タンク設置によるメリットおよび他の公共事業と比べて費用対効果がどの程度あるのかを検証する必要があると考えられる。

2. 実験目的

本研究では雨水貯留施設の設置費用と1m³雨水を貯留するのにかかる費用を検討比較することで施設の有効的な貯留量を明らかにする。また、雨水貯留タンクを家庭に設置し、利水する場合の必貯留容量を世帯構成人数ごとに算出し、水道代の削減費用を比較することで適正規模を明らかにする。

3. 研究手法 雨水貯留施設適正規模

図1・2は、家庭用雨水タンクから大型雨水貯留施設まで大小様々な規模の貯留施設の貯留量と設置に掛かった費用の関係と貯留量と1m³貯めるのにかかる費用の関係を示している。なお、価格は雨水貯留施設の本体費用と設置費用の和であり、維持管理費用、助成金は考慮していない。また、タンクを材質ごとに分けている。

4. 結果・考察 雨水貯留施設適正規模

図1にタンクの容積と設置価格の関係を示す。この図からタンクの容積と設置価格は相関があり、タンクの容積が大きくなるほど指数関数的に価格も高くなり、 $Y=203X^{0.85}$ で表すことが出来る。

図2にタンクの容積と1m³あたりの価格の関係性を示す。この図からタンク容積が小さいまたは、大きい時、1m³あたりの価格は高くなることが分かった。一方で10~20m³の容積のタンクが1m³あたりの価格が最も安くなっており、この容積が価格から考慮した場合の1m³貯留する当たりの適正規模であると考えられる。

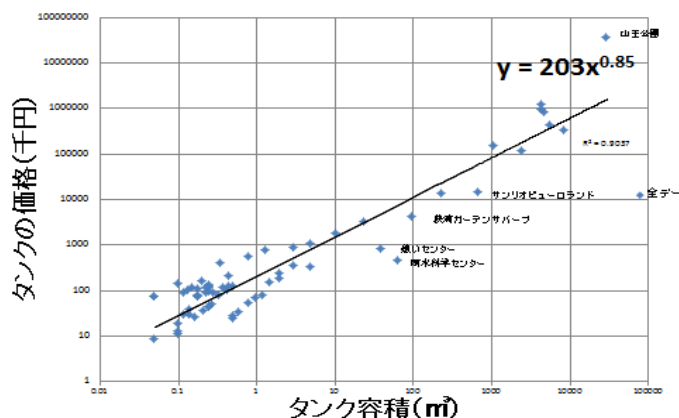


図1 タンクの容積とタンクの価格

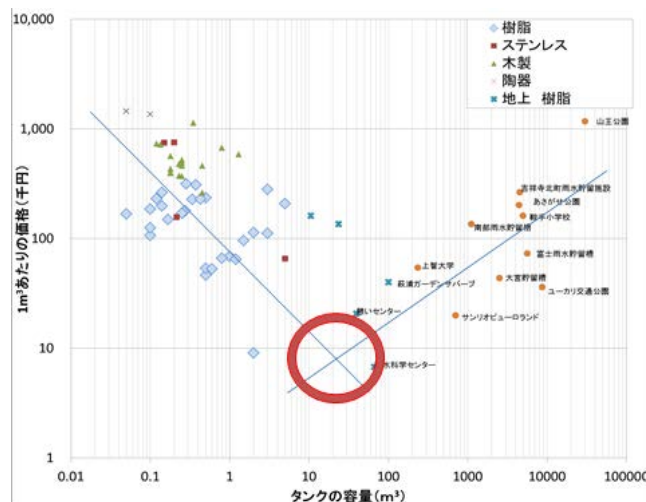


図2 タンクの容積と1m³あたりの価格

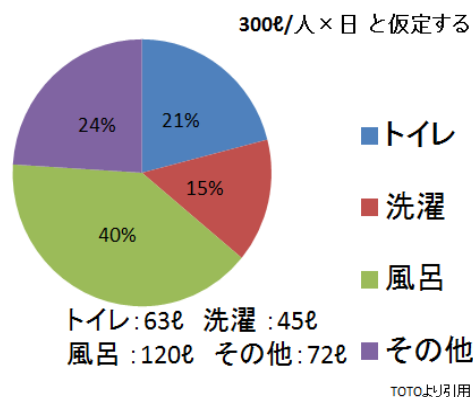


図3 1人1日あたりの生活用水の量

5. 研究手法 雨水利水シミュレーション

また、雨水タンクを一般家庭で利水する場合、タ

シミュレーションの規模と年間水道料金低減額を比較することで利水の観点から適正規模を明らかにする。利水方法は3パターンとする。Ⅰトイレのみ、Ⅱトイレ+洗濯、Ⅲトイレ+洗濯+風呂に利水した場合を世帯構成人数ごとに比較する。シミュレーション設定は、集水屋根面積 126.4 m²、月別降水量は福岡市の30年間月別平均降水量、上下水道料金は福岡市の料金システム、メーターの口径 13mm とする。使用水量は1人1日 300ℓ とする。内訳は図3に示す。また、タンクの容積は1日必要水量の5日分の容量を3倍した規模である。タンクの容積は、利水容積が1/3、非常用水が1/3、豪雨対策1/3で設計することが好ましい。

6. 結果・考察 雨水利水シミュレーション

今回、上記の手法により算出した表1の結果より比較を行う。

パターンⅠでは、4人の時、容積 3.8 m³、建設費 63 万円、年間節約費 7 万円、単純償却年数が 9 年であった。5人の時、容積 4.7 m³、建設費 76 万円、年間節約費 9.2 万円、単純償却年数が 8.3 年であった。パターンⅡでは4人の時、単純償却年数が 10.7 年、5人の時 10.3 年であった。パターンⅢでは4人と5人の時いずれも 16.7 年であった。

一方で2人世帯は単純償却年数が3パターンとも 20~30 年となった。この結果より2人や3人世帯は償却年数が長く、4人や5人世帯は償却年数が短く世帯構成人数が多い方が有効的であると考えられる。

3パターンを比較するとパターンⅠとパターンⅡは単純償却年数がほぼ同じであった。しかし、パターンⅢは総じて単純償却年数が長くなる。パターンⅠ、Ⅱにおいて利水することは、建設費も比較的安価であり、単純償却年数が短いため経済性において有利であると考えられる。

表1 雨水タンクの利水シミュレーション

	世帯構成人数(人)							
	2	3	4	5	2	3	4	5
	単純償却年数 (年)				建設費(万円)			
Ⅰ	21.9	14	9	8.3	35	49	63	76
Ⅱ	20.8	15	10.7	10.3	55	78	99	120
Ⅲ	30.5	20.1	16.7	16.7	104	147	187	227
	タンク容積(m ³)				年間節約費(万円)			
Ⅰ	1.9	2.8	3.8	4.7	1.6	3.5	7	9.2
Ⅱ	3.2	4.9	6.5	8.1	2.7	5.2	9.3	11.7
Ⅲ	6.8	10.3	13.7	17.1	3.4	7.3	11.2	13.6

7. まとめ

雨水貯留施設適正規模の検証結果より単純に雨水を貯留する場合は、10 m³~20 m³程度の中型貯留施設が経済的に優位であることが分かった。都市型水害の被害を減少させるためにはより多くの雨水貯留施設が必要である。博多レインボープランの一環である山王公園雨水調整池のような約 15000 m³もの貯留が出来る巨大雨水貯留施設も必要であるが、1 m³貯留するあたり適性規模となった 10~20 m³規模の経済的に優位である中型貯留槽を分散させて配置することが温暖化型豪雨に対応するために今後必要になっていくのではないかと考える。また、中型貯留槽の適正設置場所は都市内にある小学校やショッピングセンターが集水面積も十分にあり、利用水量も多いため適切ではないかと考えられる。

また、雨水利水シミュレーションの検証より、世帯構成人数 4 人、5 人でトイレや洗濯に雨水活用することが経済的に適正であることが分かった。各家庭に小規模のタンクの設置を行うことで、内水氾濫の被害を減少することが出来ると共に、ただ雨水を流すだけでなく上水道使用量を減少させることができ、省資源、上水道代削減を見込むことが出来る。なお、家庭用雨水タンクを普及させるために、現在政令指定都市 19 市の内 11 市と東京 23 区の内、14 区に雨水貯留槽設置助成金制度があるがまだ十分ではないと思われる。

本研究で述べた雨水貯留施設の普及、増設が近年の温暖化型豪雨に対応しうる都市を構成していくための解決策の1つになると考える。

8. 今後の方針

雨水活用の推進を進めていくため、各家庭や小学校、集合住宅など大人数が水道を利用する施設での適正規模を算出すること。そして行政が大規模雨水貯留事業だけでなく、小中規模の雨水タンクの設置助成制度を充実させ、市民に認知させていく事が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 社団法人雨水貯留浸透技術協会 雨水利用ハンドブック
- 2) 福岡市水道局
https://www.city.fukuoka.lg.jp/mizu/eigyo/0018_3_2.html
- 3) 気象庁 観測開始から毎月の値
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s3.php?prec_no=82&block_no=47807
- 4) 科学技術庁資源調査会編 都市の雨水を考える 一潤いと水循環の回復をめざして一
- 5) rain world internet shopping site 雨水タンク設置助成制度 自治体一覧
http://www.rainworldshop.jp/free_9_17.html
- 6) 日本建築学会編 活かして究める雨の建築道
- 7) 社団法人 雨水貯留浸透技術協会 編集 戸建て住宅における雨水貯留浸透施設設置マニュアル
- 8) 越川康夫；雨水利用システムにおける雨水利用効率と都市型洪水防止効果の検討 福岡市戸館住宅を事例として