

家庭用雨水貯留タンクの材質による水質への影響把握に関する研究

福岡大学 学生員○中西拓己 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

日本の急速な都市形成に伴い局所的集中豪雨や内水氾濫といった降雨により発生する災害が多発している。これらは様々な要因からくるものだと考えられているが、早期かつ根本的な解決を行うことは現状困難である。これらの事態に国土交通省は2013年に100mm/h安心プラン、2014年に雨水利用促進法を制定し、雨水を一時貯留し利用する努力目標を地方公共団体・地方独立行政法人に定めた。

集中豪雨による災害は福岡も例外ではない。2009年に中国・九州北部地方を襲った豪雨では福岡市西部を流れる樋井川が氾濫し、400戸以上の浸水被害が発生した。この災害を受けて樋井川流域に住む住人を中心に樋井川流域市民会議という市民団体が立ち上がり、流域治水を軸とした治水対策を行なっている。この取り組みの一つに福岡県・NPO・福岡大学三者協力の下、200Lタイプの雨水貯留タンク106基を流域内に居住する希望者の個人住宅に無償で設置し、流出抑制に取り組むと同時に、家庭用雨水タンクがもたらす治水・利水効果の調査研究を行なっている。また、2012年4月には福岡市城南区に約42tの雨水が貯留可能な雨水利用実験住宅（以下雨水ハウス）が完成し、同年10月には大型の750Lの家庭用雨水貯留タンクを城南区の個人住宅に、2014年8月には同型のタンクを中央区笹丘小学校に2基設置した。さらに、2014年4月には約8tの雨水を地下に浸透・貯留することが可能なコンクリート性のタンクを流域内の保育園に施工された。

本研究室ではこれまでにこれらのタンクの水位、水質、および、流域内の雨量の測定を行なってきた。そこで本研究ではこれらの継続的な測定と今までの測定データを元に家庭用雨水タンクの更なる利用可能性の拡大について検討していく。

2.研究目的

1) **水位変動**：雨水貯留タンク(200L・750L・1000L)を樋井川流域内に設置し、2010年から東油山・西片江・鳥飼地区に、2012年からN邸に750L・1000L、田島地区に2014年から笹丘小学校に、雨水貯留タンクの中に設置した水位計でタンクの中の水位を調査し、時間の経過による使用状況を明らかにする。

2) **水質分析**：貯留した雨水の水質分析を行い、タンクの種類や容量の他にも初期雨水と初期雨水をカットした雨水とカットしていない雨水を比較していくことで貯留した雨水の活用用途がどこまで広がるかを検討する。

3) **利用用途拡大**：雨水貯留タンクの上記のデータ等を元に材質の異なる雨水貯留タンクの適した使用方法・使用用途を模索し提案する。



写真2. コンクリート製タンク

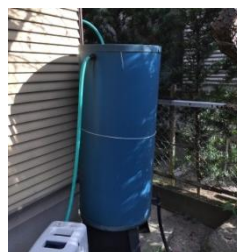


写真3. 塩化ビニル製タンク

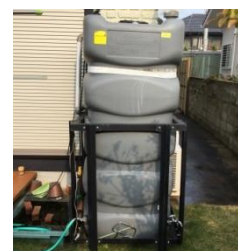


写真4. ポリエチレン製タンク

3. 研究手法

1) 水位測定の対象となる地点（図1）で自己記録式水位計(onset社製 U20-001-01・U20L)を用いて10分間隔で水位を測定、降雨量を雨量計(HOBO社製 RG3-M)の設置している地点（図2）において10分間隔で測定を行った。

2) 水位計を設置している点とコンクリート製雨水貯留タンクの雨水ハウス（42t）、西新保育園（8t）を加えた13地点の雨水を月に一度採取し、サンプルを実験室に持ち帰り、分析を行った。なお、雨水ハウスでの採水は、初期雨水と初期雨水カットを行った第一槽、蛇口（最終槽）、駐車場下タンクの四か所から採取している。分析項目は本研究室で実験が行える、SS、COD、BOD、T-N、T-P、NO₂-N、NH₄、Si、大腸菌・大腸菌群である。また多項目水質計(環境システム株式会社製DS-5)を用いて、PH、濁度を測定した。



図1. 水位計設置地点



図2. 雨量計設置地点

4. 研究結果

1) **水位変動**：自己観測水位計および雨量計を用いて観測した2011年4月から2016年12月までの東油山・西片江の貯留タンクの水位と雨量計の関係を図3に、2011年4月から2016年12月までの田島・鳥飼の貯留タンクの水位と雨量の関係を図4に、2012年10月から2016年12月までの1000L・750L貯留タンクの水位と雨量の関係を図5に、2014年8月から2016年12月までの笹丘小学校の750L貯留タンクの水位と雨量の関係を図6に示す。

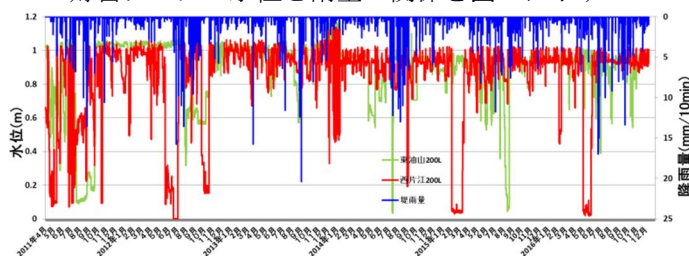


図3 東油山・西片江 200 L の水位変動

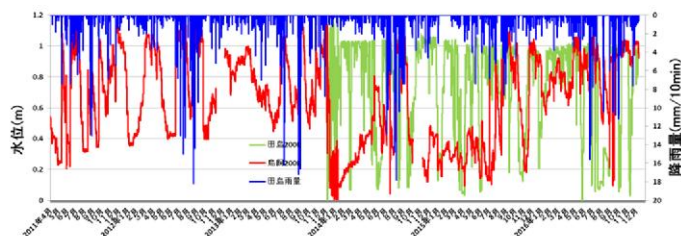


図 4. 田島(緑)・鳥飼(赤) 200Lタンクの水位変動

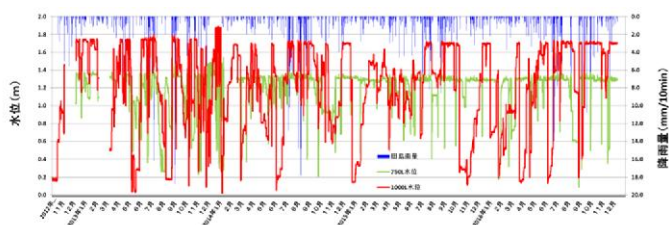


図 5. N 氏邸 750L (緑)・1000L (赤) タンクの水位変動

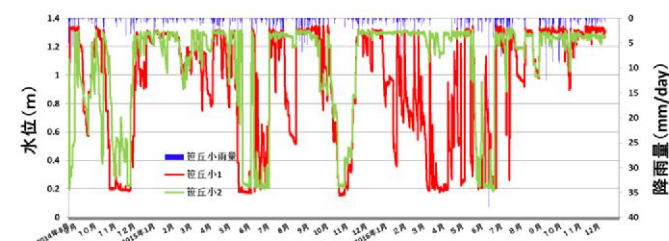


図 6. 笹丘小学校 1 (赤)・2 (緑) 750L タンクの水位変動

2) 水質: 雨水ハウスの初期雨水・第一層・蛇口, 西新保育園雨水の雨水を多項目水質系で測定した pH, DO や実験室で測定した結果をコンクリートタンクの水質. 同様に東油山・西片江・鳥飼・田島の 200L タンク内の雨水を同様に測定した結果を塩化ビニル製タンクの水質に, N 氏邸の 750L・1000L タンク, 笹丘小学校の 750L タンク内の採水した雨水を測定した結果をポリエチレン製タンクの水質に表わしその結果を表 1 に示す. また, それぞれの大腸菌・大腸菌群の検出数を表 2 に示す.

表 1 材質別貯留タンク水質平均値

種類別平均値	単位	コンクリート(蛇口)	コンクリート	塩化ビニル	ポリエチレン	初期雨水
pH		9.45	8.86	5.80	6.00	5.44
濁度	mg/L	5.61	3.95	3.40	3.42	8.67
SS	mg/L	0.77	1.63	1.82	1.70	32.64
COD	mg/L	1.32	1.92	1.49	1.86	6.32
BOD	mg/L	0.55	0.826	0.70	0.81	2.67
T-N	mg/L	1.07	1.61	1.21	1.11	3.71
T-P	mg/L	0.08	0.06	0.05	0.02	0.12
NO ₂ -N	mg/L	0.005	0.19	0.01	0.01	0.02
NH ₄	mg/L	0.20	0.22	0.20	0.33	0.97
SiO ₂	mg/L	3.64	4.93	1.26	0.42	0.66

5. 考察

1) 水位変動: 東油山・西片江の水位変動(図 3)から設置して 1 年間は雨量に関わらず使用量が多いが, その後まとまった降雨後にタンク内の水を使用していることが分かる. 一方で田島・鳥飼の水位変動(図 4)は設置から現在にかけて継続的かつ降雨前に雨水が使用されていることが分かる. 特に降雨量の多い日までにタンク内の水位が低下しているところも見られ意識的に雨水貯留タンクを利用している. この使用法は我々が目指す流域治水に最も効果的な活用方法であるといえる. N 氏邸の 750L・1000L タンクも前述と同じような傾向が見られる. 笹丘小学校のタンクは児童たちによる植物や野菜の栽培のための利用が多く長期休みの利用率が低くなる傾向が図 6 より分かる.

表 2. 材質別大腸菌・大腸菌群観測結果

コンクリート製タンク	初期雨水	蛇口	第一層	駐車場	西新保育園
検査回数	3	13	13	13	13
検出個体数(大腸菌群)	2	0	26	4	83
検出個体数(大腸菌)	0	0	0	0	0
最大値(大腸菌群)	2	0	14	2	66
最大値(大腸菌)	0	0	0	0	0
平均値(大腸菌群)	0.67	0	2.0	0.3	6.4
平均値(大腸菌)	0	0	0	0	0

塩化ビニル製タンク	西片江 200L	東油山 200L	鳥飼 200L	田島 200L
検査回数	12	13	13	13
検出個体数(大腸菌群)	23	44	130	24
検出個体数(大腸菌)	0	2	0	7
最大値(大腸菌群)	17	20	120	24
最大値(大腸菌)	0	2	0	7
平均値(大腸菌群)	1.9	3.4	10.0	1.85
平均値(大腸菌)	0	0.15	0	0.54

ポリエチレン製タンク	750L	1000L	笹丘小A 750L	笹丘小B 750L
検査回数	13	13	13	12
検出個体数(大腸菌群)	45	2	51	42
検出個体数(大腸菌)	2	0	5	1
最大値(大腸菌群)	24	1	17	13
最大値(大腸菌)	2	0	5	1
平均値(大腸菌群)	3.5	0.15	3.92	3.5
平均値(大腸菌)	0.15	0	0.38	0.08

2) 水質: 各タンクの pH を比較すると同じコンクリート製タンクでも取水までの間にコンクリートとの接触時間の長い蛇口で採水したサンプルは高い値が出ている. 塩化ビニル・ポリエチレン製のタンクは酸性雨の影響もあるためか, 酸性側に値に近いことがわかる. SS の項目は初期雨水とその後流入するコンクリート製タンクを比べ明らかに低くなっている. その他, 多くの項目でカット効果が見られ, 水中の懸濁物質が除去されているため, 初期雨水カットフィルターの有用性が証明されている. また, 初期雨水では低い値を示している SiO₂ はコンクリート中に存在する成分が溶解し第一層以降高い値を示していると考えられる. 日本における SiO₂ の環境基準や水質基準は存在せず, 生物地球化学指標として測定される. 自然水中に通常 1~30 mg/L 存在し, 平均 11 mg/L とされているため特に問題はないと考える.

次に大腸菌・大腸菌群の測定結果を見てみると, 蛇口における両個体は一度も検出されず高いレベルでの雨水活用が期待できる. 笹丘小学校など屋根への出入りが可能な場所や鳥類がとまる所では大腸菌が検出された.

3) 利用用途拡大: ポリエチレン・塩化ビニル製タンクは表 1 を見ると分かる通り共にほとんど相違点が見られなかった. これはプラスチックが原材料であり, 食品のフィルムにも使用されていることから水質にも化学的影響がほとんどないためである. つまり, これらのタンクの雨水は元の雨水に非常に近い水質を持つと示唆される. 対照的にコンクリート製タンクはコンクリートの影響を受けやすく水質がアルカリ性を示す等の問題があるが洗濯で使用する場合は雨水の硬度が低く, pH は高く洗浄力を損なうことがないためコンクリート製タンクの雨水が適正だといえる.

6. 今後の方針

42 t の雨水貯留タンクによる流出抑制の研究は世界的に見ても珍しい. そのため, 樋井川流域の本研究を中心としたデータの蓄積を今後も継続し, そのデータを下に雨水貯留タンク利用拡大を提案していく予定である.

この研究の一部は JST-RISTEX (研究者代表: 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る.

参考文献

- 国土交通省ホームページ:
<http://www.mlit.go.jp/index.html>
- 中村祥成: 樋井川流域に実装した小中規模雨水貯留タンクにおける流出抑制と利用可能についての実証実験, 福岡大学流域システム研究室卒業論文, pp53-55, 2016