

水害抑止効果を具備した雨水活用住宅の実現可能性

福岡大学工学部 学生員○安武諒太 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 非会員 角銅久美子

1. はじめに

近年、温暖化型豪雨と言われる短時間豪雨の発生回数が増加している。気象庁のデータによると、1日の降水量が200 mm以上の大雨を観測した日数は1930年から30年間と直近の30年間を比べると約1.6倍になると言う。また、1時間降水量80 mm以上の短時間豪雨の発生頻度は統計を開始した1976年から10年間に比べて直近10年間で約1.9倍に増加していると言う。それに加え、農地や緑地が減少し地面のほとんどがアスファルトやコンクリートに覆われたため、雨水を貯留・浸透させる能力が低下している。これにより、大量の雨水が一気に河川や、下水管に流れ込むため河川氾濫、内水氾濫などの水害の頻度が増加している。この失われた貯留・浸透能力を取り戻すために各家庭、各地点で雨水を蓄えて、生活用水の一部として使う、雨水活用を実践していく必要があると考える。雨水活用は、水害対策のみならず水道水を代替して使うことで二酸化炭素排出量を減らすこと、つまり地球温暖化抑止にもつながることから、これからの普及は欠かせないものとなると考える。

2. 研究の目的

本研究では、福岡市において渇水が発生した1994年においても雨水のみで生活するには初期設定満水率に対してどの程度のタンク容量が必要かを明らかにする。また、そのタンク設置費用と将来価値を見比べ、実現可能性についても調査する。さらに、実現させるにはこういった取り組みを行えば普及につながるかを考える。

また、水を作るプロセスにおいて、どれくらいのCO₂が排出されているのかを調べ、カーボンニュートラルへの貢献度を明らかにする。

3. 研究手法

1994年の降水データは気象庁より参照し、研究

の対象は4人家族を想定し、1人1日当たり2500

(4人で1日10000)使用するものとする。住宅の屋根面積を100 m²と200 m²の2パターンでシミュレーションを行い設定初期満水率に対する必要なタンクの容量を求める。そのタンク設置にかかる費用を算出し、2ヵ月で40 m³水道を使用した際の上水道料金、下水道料金も算出する(上下水道ともに福岡市の算出方法を用いる)。また、水道代替による削減二酸化炭素排出量X(t-CO₂/m³)は

$$X = \frac{\text{年間電力消費量} \times \text{二酸化炭素排出係数}}{\text{年間配水量}}$$

で求まる。年間電力消費量(kWh)と年間配水量(m³)は水道統計より、二酸化炭素排出係数は九州電力より参照する。

4. シミュレーション方法

算定開始n日目のタンク貯水量の残量 t_n (m³)は

$$t_n = t_{n-1} + S_f \times R_a / 1000 - W_d / 1000$$

で求められる¹⁾。

ここで、 S_f : 雨水収集屋根面積 (m²)

R_a : n日目の降雨量 (mm)

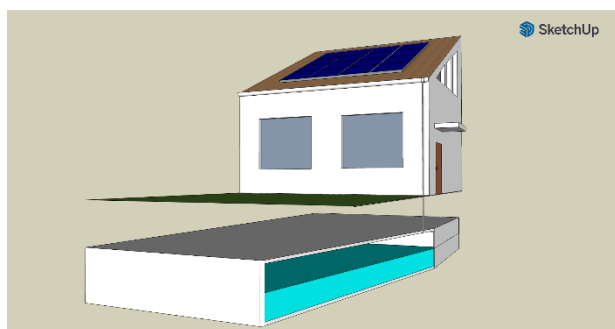
W_d : 一日の雨水利用可能量 (L)

W_d は今回は1000 Lで行い、シミュレーション期間中(1994年にタンク貯水量が0にならない最小の t_{n-1} つまり、初期満水率とタンク容量の積を求める。変化させる初期設定満水率に対する必要タンク容量を求める。

5. 結果

まず、屋根面積100 m²の場合、設定初期満水率を0.4から0.7の間で100分の1毎にシミュレーションした結果、必要タンク容量は415 m³から268 m³となった。次に、屋根面積200 m²の場合、設定初期満水率を0.3から0.6の間で100分の1毎にシミュレーションした結果、必要タンク容量は256 m³から150 m³となった。タンクの設置は敷地面積を200 m²として、屋根面積100 m²の場合、敷地いっぱいの広さに対して深さを変化させる地下に設置する(図-1)。地下に設置することで家の基礎をかねることが

できる。タンクをコンクリートで作る場合、1 m³あたり約 11 万円であるので、タンク設置にかかる費用は屋根面積 100 m²の場合、約 4565 万円から 2948 万円、屋根面積 200 m²の場合、約 2816 万円から 1650 万円となった。1 年あたりの水道料金は 40260 円、下水道料金は 31812 円、また、水道水代替により削減可能な CO₂ 排出量は約 22482 (g-CO₂/年) となった。

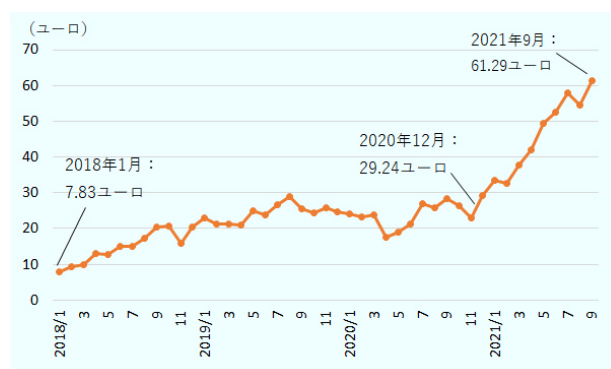


-1 理想雨水住宅モデル図

6. 考察

上水道料金はタンク設置後かからないため将来価値の一つとなり、水害抑止への貢献、カーボンニュートラルへの取り組みの一環であることから下水道料金もかからないとすると将来価値の一つとしてみなせる。また、福岡市が行っている「博多湾ブルーカーボン・オフセット制度」のような取り組みを雨水活用においても行えば二酸化炭素 1t 当たり 8800 円で取引され、これも将来価値の一つとしてみなせる。すでに、高知県においては「排出削減クレジット」として、1t 当たり 7700 円で取引されているこれらを例に将来価値の総和は 1 年あたり 72264 円、20 年で 1,445,279 円、30 年で 2,167,918 円となる。ヨーロッパでは 2005 年から排出量取引制度 (ETS (Emission Trading Scheme)) を導入しておりこれは、一定の税率ではなく排出枠の需給バランスにより市場で価格が変動するというものであるが、ここ数年でその価値が大幅に上昇していることが図-2 のグラフから読み取れる。こういった取り組みは地球温暖化を抑止するために今後拡大される必要があると考えます。カーボンクレジットの価値は今後上がっていくのではないかと考えられるが、現状、タンク設置費用と見比べてもその差は大きく、広い普及は難しいように思える。だが、415 m³~150 m³つ

まり、415t から 150t の雨水を 1 家庭が貯留できる。これは、100 (mm/h) の雨で家の敷地が 200 m²とすると約 20 時間~7 時間この雨が降り続いてても下水管への流失はないことがわかる (はじめ、タンク内に水がほぼないものとする)。浸透、貯留能力の低下がみられる現在、これだけの水量を貯留することは水害抑止に貢献していると考えられる。この水害抑止効果を加味した補助金制度を国や自治体が積極的に取り入れることで、より広い普及へとつながるのではないかと考えられる。



-2 EU-ETS の取引価格の推移 (日本貿易振興機構より)

参考文献・ウェブサイト

- 1) 村川三郎, 森田大, 三輪信哉他: 沖縄離島における住宅の水利用環境に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 1986. 10. 第 368 号, pp. 52-61
- 2) 日本水道協会 工務常設調査委員会: JWWA 水道事業ガイドライン, 2016.3, pp.116-117.284-285
- 3) 福岡市 HP より「博多湾ブルーカーボン・クレジット」
https://www.city.fukuoka.lg.jp/kowan/kankyotaisaku/business/blue_carbon_credit.html
- 4) 高知県 HP より「高知の森でカーボン・オフセット」
<https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030701/j-ver.html>
- 5) 気象庁 HP より大雨の変化
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html
- 6) 社会法人 雨水貯留浸透技術協会: 戸建住宅における雨水貯留浸透施設設置マニュアル, 2006.3, p.12
<https://arsit.or.jp/wp/img/book/kodate.pdf>
- 7) 日本貿易振興機構 (ジェトロ): 世界で導入が進むカーボンプライシング炭素税, 排出量取引制度の現状
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/specia1/2021/0401/946f663521dac9af.html>