

II - 151

雨水利用システムの適正施設規模と効率的運用方式の検討

関西大学大学院 学生員 村岡治道

関西大学工学部 正 員 和田安彦

関西大学工学部 正 員 三浦浩之

1. 緒論

雨水を各種の水源として利用するシステムに対する関心が都市を中心に高まっており、都市によっては一定面積以上の建築物には敷地内に雨水貯留槽を設けるように行政指導する動きもある。また、総合治水対策事業推進という観点からの雨水利用システムの検討も行われている。しかし、現時点では公共施設における実験的な導入がほとんどであり、一般化したシステムとはなっていない。そこで本研究では、雨水利用システムを都市における雨水のリサイクル施設として発展させていくことを目的とし、以下の検討を行った。

①雨水を最大限利用するために適切なシステムの規模とその効率的な運用方式の検討

②導入したシステムによって十分な効果が得られる施設規模の検討

2. 雨水利用システムの規模と運用方式の検討

雨水利用システムを導入する施設として中小規模の事務所ビルを想定し、システムを図-1に示すような構成とした。中小規模の事務所ビルの水使用量は、従業員1人当たり原単位を $117.3\text{ t}/\text{人}/\text{日}$ ¹⁾とし、事務所ビルの用途別水使用量は表-1²⁾に示すものと考え、便器洗浄水とその他雑用水を貯留雨水で賄うとし、1人1日雑用水使用量を次のようにした。

$$117.3\text{ t}/\text{人}/\text{日} \times (0.38 + 0.07) = 52.8\text{ t}/\text{人}/\text{日}$$

また、従業員1人当たりの床面積を $12.3\text{ m}^2/\text{人}$ ³⁾、従業員数を150人とした。これより延床面積は次のようになる。 $12.3\text{ m}^2/\text{人} \times 150\text{ 人} = 1,845\text{ m}^2$ 集水場所は屋根としたが、屋根面積は延床面積および階数に左右されるので、検討施設を1階建てと2階建ての2ケースとした。貯留容量は既存のシステム⁴⁾を参考に5ケースとした。上水補給は東京都の「都立施設に水資源の有効利用を図る設備等に関する方針と解説」を参考に上水補給開始貯留量を雑用水使用量の2日分、3日分、4日分の3ケースとし、補給量は1日分の雑用水使用量に備えられるように、雑用水使用量の2日分とした。以上の各事項の検討ケースを組み合わせて年間解析を行った。なお、降雨データは本学で1992年4月1日から翌年3月31日の期間に観測したものを用いた。解析結果を図-2～7に示す図の総上水補給量と総オーバーフロー量は解析期間中の合計値であり、雨水代替率は次式により算出した。

$$\text{雨水代替率}(\%) = \frac{\text{集水地降雨量} - \text{総降雨オーバーフロー量}}{\text{総雑用水使用量}}$$

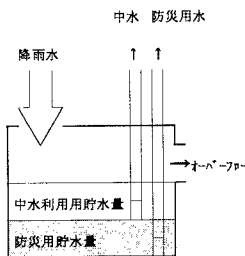


図-1 システムの概要

表-1 事務所ビル用途別水使用量割合(%)

区分	大規模事務所ビル	中小規模事務所ビル
便器洗浄水	33	38
食堂用水	32	23
冷却用水	12	14
洗面手洗い用水	5	6
飲用水等	19	12
その他	8	7

→ 5m ³ /100m ²	→ 10m ³ /100m ²
→ 15m ³ /100m ²	→ 20m ³ /100m ²
→ 25m ³ /100m ²	

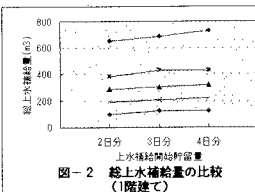


図-2 総上水補給量の比較 (1階建て)

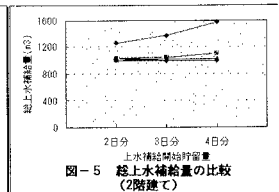


図-5 総上水補給量の比較 (2階建て)

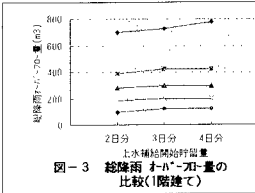


図-3 総降雨・オーバーフロー量の比較 (1階建て)

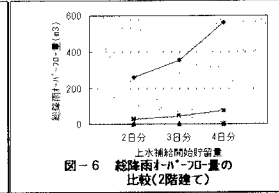


図-6 総降雨・オーバーフロー量の比較 (2階建て)

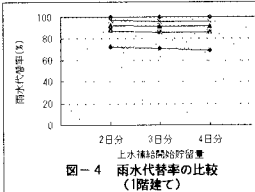


図-4 雨水代替率の比較 (1階建て)

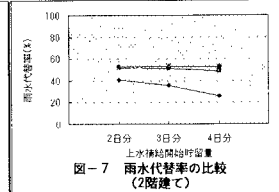


図-7 雨水代替率の比較 (2階建て)

補給開始貯留量の設定の違いによる差はほとんど見られない。また、施設が1階建てなら単位貯留容量 $25\text{m}^3/100\text{m}^2$ で最適な施設規模となったが、2階建てでは単位貯留容量 $15\text{m}^3/\text{m}^2$ で最適な施設規模となり、これ以上大きな貯留容量を備えても効果は変わらないことがわかった。

3. 雨水利用システムを導入する施設の規模の検討

雨水利用システム設置施設の規模と得られる効果との関係を検討するため、都市にある建築物が雨水利用システムを備え、都市に降る雨水を水源として有効に活用する場合を想定し、モデル都市を設定した。モデル都市は大阪市中央区に関する諸データ⁵⁾ ⁸⁾を参考に表-2に示すようにした。中水利用シミュレーションは、上水補給開始貯留量を前述の検討結果より「2日分」とし、各施設規模毎に行った。

シミュレーション結果を図-8に示す。雨水代替率を50%以上確保できたのは1階建てと2階建ての建築物であり、3階建ての建築物が49.6%となった。雨水利用システムを導入する建築物は低層建築物にすることが適当であると言え、中層以上の建築物では、効果が期待できない。

4. 雨水利用システムを備えた都市にもたらされる効果の定量

モデル都市について、全施設に雨水利用システムを導入した場合に得られる効果を表-3にまとめた。全ての建築物に雨水利用システムを導入しても十分な効果は得られない。従って、システムを導入する際には施設規模と予想される効果を十分に検討する必要がある。

5. 結論と課題

本研究では、雨水利用システムについて、①適切な集水面積と貯留容量 ②効率的なシステムの運用方法 ③システムを導入する施設の規模と得られる効果との関係 ④システムを備えた都市にもたらされる効果の検討を行い、①システムは低層建築物に導入すると十分な効果が得られる ②上水補給開始貯留容量による差はない ③都市にある全施設にシステムを導入しても大きな効果は期待できない ということがわかった。今後は、雨水利用による上水使用量削減効果と施設設置費および維持管理費などを比較し、経済性からの検討を行う必要がある。また、貯留水の腐敗防止策などの維持管理方法の検討も必要である。

参考文献

- 1) 末石富太郎編：土木教程選書「衛生工学」，鹿島出版会，pp. 75，1987。
- 2) (財)空気調和・衛生工学会：第11版 空気調和・衛生工学便覧Ⅲ巻，昭和62年12月1日。
- 3) 通商産業省産業政策局企業行動課編：我が国のオフィス環境 ニューオフィスをめざして，pp. 22，昭和62年7月。
- 4) 雨水貯留浸透技術会調査報告：雨水利用システム実態調査・レビュー，雨水技術資料，Vol. 12，pp. 195～202，1994。
- 5) 大阪市計画局調整部統計課：第81回大阪市統計書 平成5年度版，平成6年3月31日。
- 6) 大阪府統計協会：平成5年度大阪府統計年鑑，平成6年3月。

表-2 雨水利用システムを導入した施設規模の設定

施設規模	棟数	床面積 / 棟 (m^2 /棟)	施設規模	棟数	床面積 / 棟 (m^2 /棟)
1	1,778	20.0	12	79	430.0
2	1,874	20.0	13	33	490.0
3	5,989	25.0	14	42	540.0
4	6,550	25.0	15	15	600.0
5	1,143	30.0	16	3	670.0
6	872	85.0	17	3	710.0
7	658	140.0	18	4	770.0
8	629	200.0	19	0	830.0
9	557	250.0	25	5	1,170.0
10	381	300.0	30	7	1,460.0
11	155	370.0	総計	20,777	

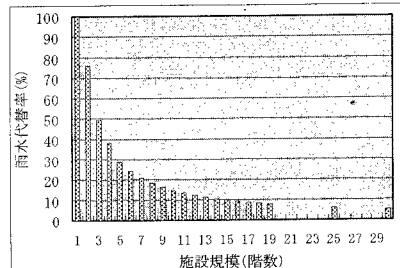


図-8 施設規模別雨水代替率

表-3 雨水利用システムを導入した都市における効果の定量

	モデル都市	モデル施設
人口(人)	585,451	477,702
面積(km^2)	8.88	1.12
年間集水降雨量(m^3 /年)	—	890,053.60
年間雑用水使用量(m^3 /年)	—	9,241,137.26
雨水代替率(%)	—	9.45