

# 屋上貯留による雨水流出抑制効果及び熱環境緩和効果に関する研究

中央大学大学院	学生員	磯貝 二郎
中央大学大学院	学生員	岡部 真人
中央大学大学院	学生員	此島 健男子
中央大学理工学部	フェロー会員	山田 正

## 1. はじめに

近年,都市域における内水氾濫被害が多く報告されており,雨水排水対策が急務である.既往の研究では,管渠布設替え,ポンプ場の新設および地下貯留施設の新設整備とそれらの組み合わせの整備を行った場合の氾濫シミュレーションを行い,費用対効果を算出した.その結果,対象流域においては貯留施設の新設が最も雨水排水対策に効果的であることを明らかにした.しかし,現実では新規の地下貯留施設の建設は時間・空間的に非常に困難であるといえる.そこで,既存の建物屋上に雨水を一時的に貯留することで流出抑制を行い,氾濫被害を軽減できるかを検討する.また,貯めこんだ雨水を蒸発する際の気化熱により熱環境緩和効果も期待できる.したがって,本稿では屋上での現地実験・観測,並びに流出氾濫解析を行うことにより,屋上貯留が効果的であるかを評価している.

## 2. 屋上実験・観測

### 2-1. 観測概要

観測場所は東京都江戸川区にある新左近川水門監視所屋上で,2009年8月中旬から熱観測と水収支観測を行っている.本稿では2009年10月23日から11月23日を対象期間とする.熱観測では保水性素材であるセラミックスと芝生を2.5m四方に敷設し,セラミックスと芝生と敷設なしで比較を行った.水収支観測はセラミックスと芝生を1m四方に敷設し,比較を行った.測定項目は気象データ(気温・降水量・風向風速・日射量)および表面温度,各種気温,重量である.表面温度と各種気温についてはT型熱電対を用いて,表面温度と鉛直上空1cm,5cm,10cm,30cm,50cmの気温を測定した.水収支は張力計を用いて,重量を測定することにより貯留量を算出した.

### 2-2. 観測結果

図-1に対象期間中の降雨量,日射量,セラミックスと芝生と敷設なしの表面温度,セラミックスと芝生の水収支模型の重量を示す.セラミックスと芝生は敷設なしと比較して,表面温度が低くなっている.また,日射の強い昼間は芝生の方がセラミックスに比べ,表面温度が低くなっている.日射のない夜間はセラミックスの方が芝生に比べ,表面温度が低くなっている.セラミックスと芝生を比較すると芝生の方が,表面温度の低減効果が持続していることがわかる.水収支模型の重量からセラミックスと芝生共に雨水貯留効果があることがわかる.さらに,降雨があり表面温度に顕著な差が出ている11月10日から11月15日までを事例として取り上げる.

11月15日に強い日射があり,そこで降雨後初めて表面温度に顕著な差があった.11月15日の表面温度については,敷設なしの場合と比較してセラミックスと芝生は約12℃低くなっていて,貯留量に関しては,総降雨量83.5mmの雨に対して,セラミックスが約30mm,芝生は約25mm貯留している.

キーワード 屋上貯留,セラミックス,芝生,雨水流出抑制,熱環境緩和

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 中央大学大学院 TEL 03-3817-1805

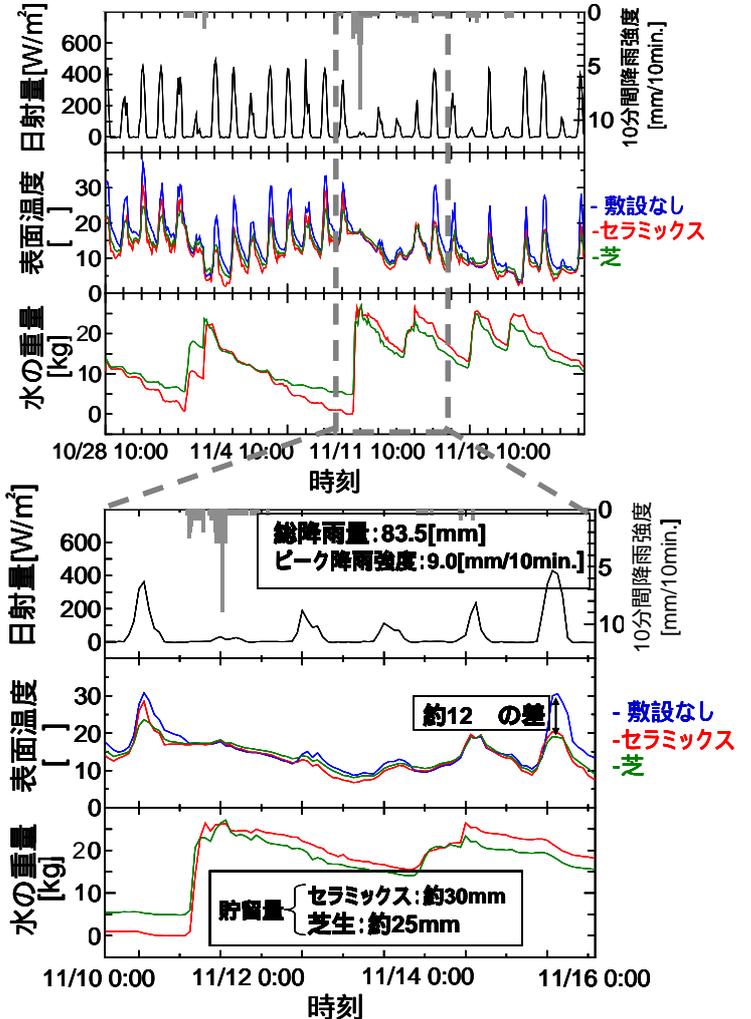


図-1 対象期間中の降雨量、日射量、表面温度、水の重量の時系列

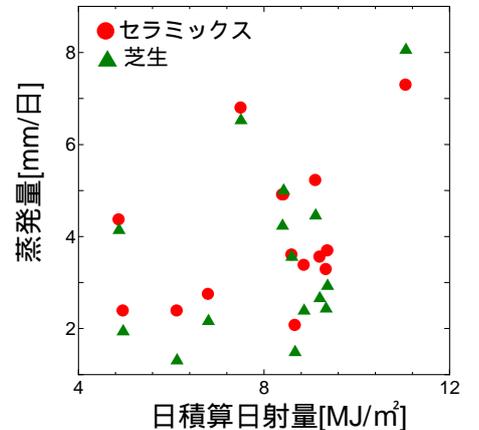


図-2 日積算日射量と蒸発量の関係

2-3. 蒸発量と風速・日射量の関係

図-2に対象期間中の降雨がなかった日の各日の積算日射量と蒸発量の関係、図-3に対象期間中の降雨がなかった日の各日の平均風速と蒸発量の関係を示す。図-2と図-3を比較すると、日射量に比べ風速の方が蒸発量に与える影響が大きいということがわかる。

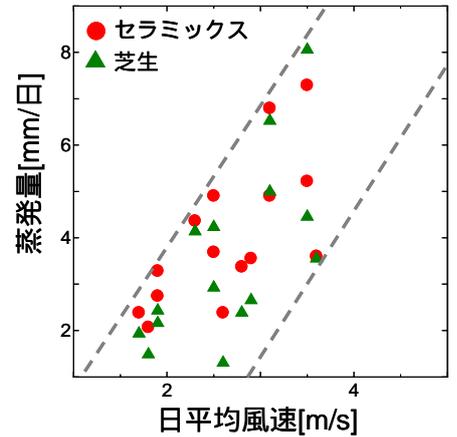


図-3 日平均風速と蒸発量の関係

3. 流出・氾濫シミュレーション

3-1. 計算条件

対象流域は江戸川区に隣接する千葉県浦安市の当代島第2排水区とする。この流域は流域面積 10.27ha,人口 867 人の都市流域であり、地盤沈下の影響で、正常な排水処理をできない現状にある。計算に想定した降雨は時間降雨強度 60mm/hr の降雨を基準とした。さらに降雨外力を 1.1 倍, 1.2 倍, 1.3 倍, 1.4 倍, 1.5 倍と増加した場合においても氾濫シミュレーションを行った。降雨流出計算には地表面流出計算, 管路流計算および氾濫計算の3段階を統合し、土地利用形態ごとの流量を算出している。

3-2. 各種整備対策案の比較検討

対象流域において管渠布設替え, ポンプ場の新設および地下貯留施設の新設整備とそれらの組み合わせの整備, 屋上貯留(セラミックスの敷設)の氾濫シミュレーションを行い、どの対策が最も雨水排水対策に効果的であるか比較検討を行った。屋上貯留は流域内にある屋上に対して 100%, 75%, 50%, 25%, 10%に敷設し、屋上の積載荷重を考慮し敷設の厚さは 30mm ~ 180mm, 実質 10mm ~ 60mm の降雨を貯留できるという条件で、それぞれ各種対策前後の氾濫浸水面積を算出した。

3-3. 費用対効果(B/C から見た屋上貯留の効果)

被害額と整備前の被害額から整備後の被害額を差し引いた被害軽減額と降雨の確率年の結果を図-4 に示す。ここで、どの対策が最も有効であるかを評価するため、各種整備対策の費用対効果を算出した。B/C の算出方法は以下の通りである。

$$B = \{ ( \text{整備前の被害額} - \text{整備後の被害額} ) \times \text{降雨の生起確率} \} \times \text{評価対象期間 (年)}$$

$$C = \text{整備費用} + \text{維持管理費}$$

つまり B は、(整備前の被害額 - 整備後の被害額) × 降雨の生起確率) の算出により年平均被害軽減期待額を算出している。これに評価対象期間(整備施設の耐用年数)を乗じることで対象期間の被害軽減期待額が算出される。C の整備費用は表-1 に示す通りである。尚、被害額の算出方法は国土交通省河川局出典の「治水経済調査マニュアル」を参考にした。これにより算出された各種整備対策の費用対効果を図-5 に示す。この結果より、管渠の布設替えは雨水が流れやすくなり被害が増大する場合も見られた。よって、効果的に排水対策をするためには雨水の貯留が有効であり、屋上貯留に関していえば敷設方法によっては地下貯留ほどの効果を上げることが明らかになった。

4. まとめ

本論文では、内水氾濫被害が多い都市流域での内水氾濫被害軽減のため、一時的な雨水の屋上貯留を提案し、現地実験・観測及び流出氾濫解析により評価をした。現地実験より屋上貯留に用いたセラミックスと芝生共に雨水貯留、熱環境緩和両方に効果があることを示した。蒸発量に与える影響は日射量に比べ風速の方が与える影響が大きい事を示した。また屋上貯留を行った際の氾濫シミュレーションより費用対効果を算出し、他の整備項目と比較することによって、屋上貯留が非常に効果的であることを示した。

参考文献

- 1) 土屋修一, 土肥学, 海野修司, 山田正: 管路網水理解析による都市洪水流出特性に関する研究, 土木学会水工学論文集, Vol. 46, pp. 259-264, 2002.
- 2) 土屋修一, 加藤拓磨, 手計太一, 山田正: 打ち水による市街地の熱環境緩和効果, 土木学会水工学論文集, Vol. 49, pp. 367-372, 2005.

表-1 各種対策の整備費用

整備メニュー	整備費用
管渠布設替え	3.12[千万円]
ポンプ場の新設	12[億円]
地下貯留施設の新設	3.3[億円]
屋上貯留 (雨水30mm貯留)	5[千円/㎡] × 敷設面積[㎡]

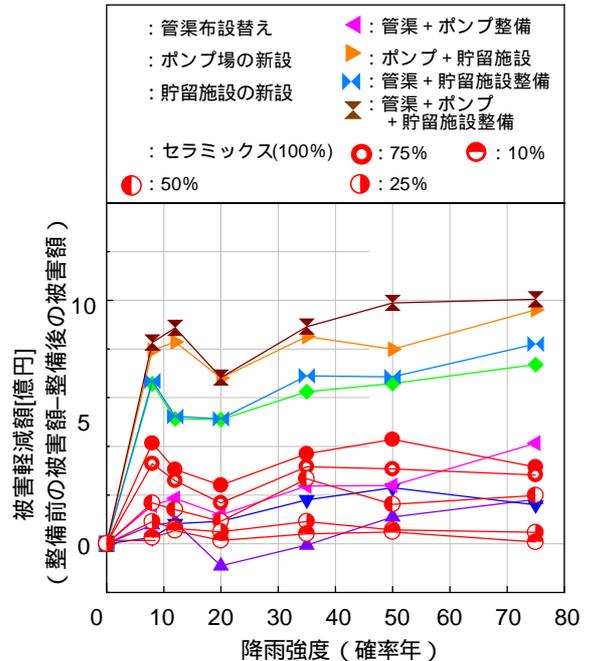


図-4 降雨規模別の被害軽減額(雨水 30mm 貯留)

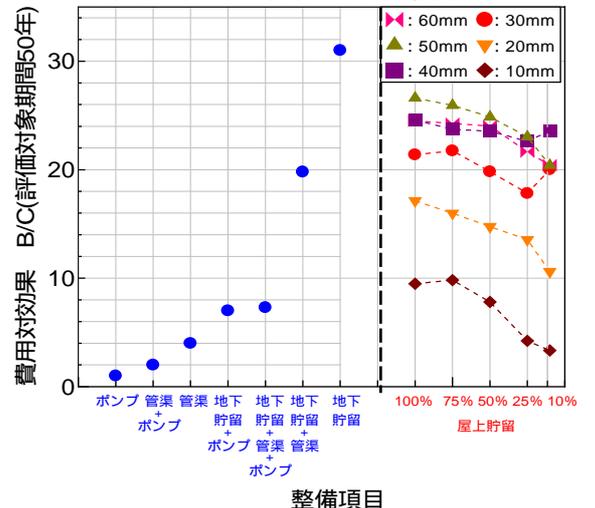


図-5 各種整備対策の費用対効果