

降雨予測情報を活用した雨水貯留施設の実時間制御による浸水防止と汚濁負荷削減
 flood prevention and pollutant reduction by real time control of urban stormwater storage system
 with predicted rainfall

○佐藤豪, 城戸由能, 中北英一
 ○Go SATO, Yoshinobu KIDO and Eiichi NAKAKITA

Recently, some localized heavy rainfall events which are especially affected by global climate change causing urban flooding has brought a lot of disaster. On the other hand, urban river water pollution derived from non-point source distributed with urban surface has been becoming relatively important after point source pollutant reduction. In this study, effectiveness of the real time control (RTC) of urban storage system for both purpose of flood prevention and pollutant reduction is estimated by continuous simulation with prediction of the latest RADAR precipitation system.

1. はじめに

1980年代以降, 急激な都市化による不浸透面積率の増加や下水道整備の進捗は, 降雨流出量の増大とその到達時間の短縮をもたらし, 「都市型水害」と呼ばれる内水氾濫およびそれを伴う中小河川からの氾濫を頻繁に引き起こしている. 一方, 都市域における下水道整備等による特定汚濁負荷削減対策が進んだが, 都市活動と不浸透化の増大により, 降雨流出時の非特定汚濁負荷源からの流出汚濁負荷による都市中小河川の水質悪化が懸念されている. 本研究では, 主に浸水防止目的で作られた雨水貯留施設を最新型レーダー降雨情報に基づいた実時間制御(RTC; Real Time Control)を適用して汚濁負荷削減目的でも利用可能な制御戦略について検討を行う.

本研究の対象領域は京都市・向日市を流下する一級河川西羽東師川流域(図1)とし, 域内で建設が進む大規模トンネル型貯留施設: 呑龍トンネルのRTCを実施するための解析を行う.

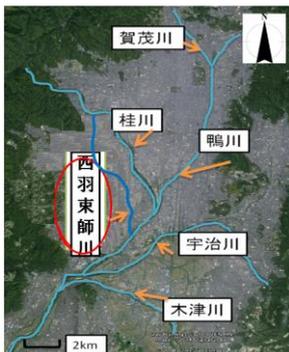


図1: 対象領域

2. 実時間制御

まず降雨初期の高濃度汚濁負荷流出雨水(ファーストフラッシュ)の貯留(「初期貯留」)による非特定汚濁負荷源由来の負荷削減を行いつ

つ, 時々刻々と更新される降雨および流量予測に基づいて, 浸水発生が予測されると初期貯留雨水を「緊急排水」し浸水対策の貯留(「ピークカット貯留」)の容量を確保するリアルタイムコントロールが提案されてきた(図2). しかし, 降雨予測の誤差により予測よりも早期に大規模出水が発生すると緊急排水が間に合わず, 浸水や氾濫を招く恐れがある. これにより実施への導入には至っていない. 近年, Xバンドレーダーの導入により観測精度が向上したことに伴い, 予測精度も向上しリアルタイムコントロールを実施に導入できる可能性が高まった. そこで, 本研究ではXバンドレーダー情報を用いたリアルタイムコントロールを実施に導入することを目的とし, 効率的な制御方法を考え提案する. さらに, 予測情報をそのまま利用するのではなく空間的誤差や時間的誤差を考慮し補正した予測情報の利用によって

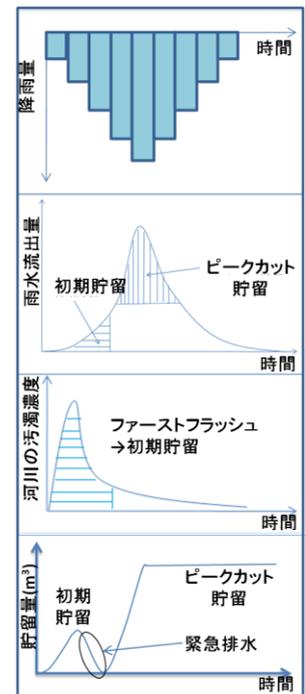


図2: 実時間制御の概念図

り浸水リスクを減らし、かつ汚濁負荷削減効果を得られる制御戦略の提案を目指した。

3. 解析手法

本研究ではKinematic Waveモデルを適用し流域全体の降雨流出構造の特性把握を試みた。移流モデルを用いて得られた予測降雨からピークカット地点流量を予測し、貯留管の実時間制御を行った。貯留管は1つの単純な大きいタンクを想定した。汚濁負荷流出についてはSWMMモデルおよびLSQモデルを用いて流出を表現し、堆積負荷量モデルにより晴天期間における地表面への汚濁負荷の堆積を表現した。これらを用いて浸水危険度や汚濁負荷削減効果を算定した。

4. 評価指標

実時間制御による浸水対策効果・汚濁負荷削減効果の評価を行うために、以下の評価指標を設けた。まず、ピークカット事例における浸水危険度評価指標として、「初期貯留残存量」と「余裕時間」(図3)の2つを採用した。初期貯留残存量は、ピークカット貯留が開始されるまでに緊急排水が完了せず、初期貯留が残存し、浸水防止目的の貯留量を抑制する量である。余裕時間は、緊急排水が完了してからピークカット貯留が開始されるまでの時間である。初期貯留残存量は少なければ少ないほど、余裕時間は多ければ多いほど浸水危険度が小さいと考える。一方汚濁負荷削減効果の指標としてTOCおよびSSを採用した。

5. 連続解析

2011年7月から2015年9月(主に夏場)のXバンドレーダーデータを用いて連続的に解析を行った。まず、先行研究に基づき降雨開始後初期貯留

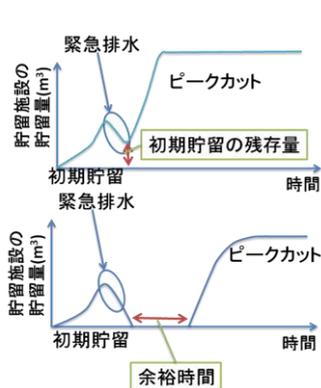


図3：浸水リスク指標

留が18,000m³に至るまで行われ、10分ごとに逐次降雨予測および流量予測を行い、ピークカット地点流量が30m³/sを超えると予測された場合に緊急排水を行うという設定で実時間制御を行った。降雨イベントごとのピークカ

表1：解析事例中の操作有無

	ピークカット 貯留あり	ピークカット 貯留なし	合計
緊急排水あり	22	17	39
緊急排水なし	0	123	123
合計	22	140	162

ット貯留の有無、および緊急排水開始操作の有無を表1にまとめた。ピークカット開始までに緊急排水が開始される率は100%であり、またピークカット事例すべてにおいて緊急排水が完了した。ここからさらに汚濁負荷削減効果を得て、浸水危険度も少なくすることができれば実施への導入が見えてくると考えられる。

そこでまず、初期貯留容量を変更することによる影響を解析した。各容量に設定したRTCにおけるピークカット事例の浸水危険度を図4に示す。19000m³以上から初期貯留の残存量が単調に増加し、余裕時間は初期貯留容量が増えれば増えるほど減少した。この他にも、緊急排水開始の基準の変更による影響や、予測情報の活用による影響を解析した。

6. 条件ごとの最適な実時間制御の推定

まず、浸水防止目的で建設された施設であることを考慮し、ピークカット貯留が行われた事例において初期貯留の残存量が0という条件のもと解析を行った。

次に、実時間制御により浸水被害が増大しない範囲で施設を最大限利用可能という条件で解析を行った。結果は当日紹介する。

謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金(基盤(C):課題番号24560662)の支援を受けた。また水文観測・調査にあたり京都府文化環境部の協力を得た。記して謝意を表す。

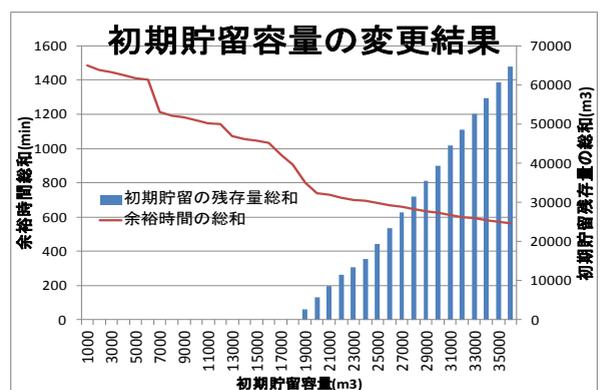


図4：初期貯留容量の変更結果