

Keywords | 局地的集中豪雨、浸水予測システム、アンサンブル降雨予測、特異移流モデル、リアルタイム流出解析、自助・共助支援、リードタイム

アンサンブル降雨予測による自助リードタイムの確保に関する実証研究

城岸 巧
設計計画本部 水環境部 水工系グループ 課長
(RCCM一下水道)
jyohgan@shinnihon-cst.co.jp

阿曾 克司
専務取締役 設計計画本部 本部長
(技術士 建設部門一河川、砂防及び海岸海洋、
総合技術監理部門)
aso@shinnihon-cst.co.jp

1 浸水予測システムの概要

近年の集中豪雨・局地的大雨の発生頻度が増加する中、雨に強い都市づくりの早期実現に向け適正かつ効率的な浸水対策の推進が求められている。そのような中、当社を含む8者からなる共同研究体は、国土交通省の委託研究事業BDASHプロジェクトにて、自助・共助支援情報（降雨、水位、浸水予測情報）提供の実現を目的に「浸水予測システム」を構築した。平成28年度から降雨、水位および浸水範囲の予測情報を特定の住民に試験配信し、予測精度や被害軽減効果を検証している。図-1に浸水予測システムの機能と効果を、図-2に浸水予測システムの技術構成を示す。

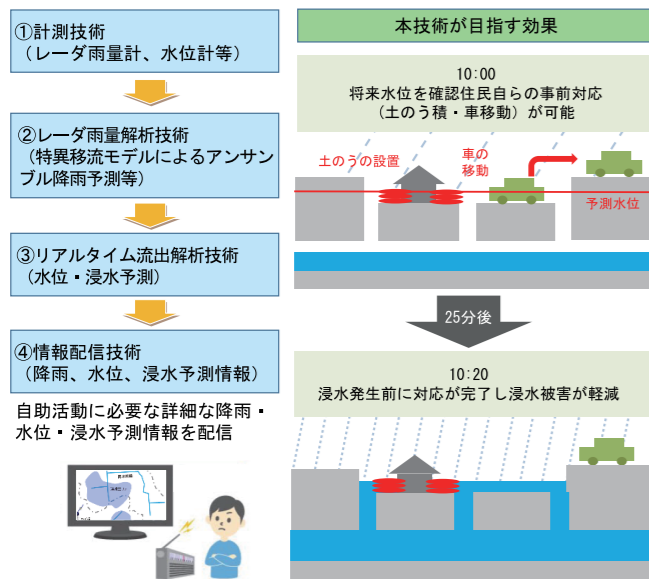


図-1 浸水予測システムの機能と効果

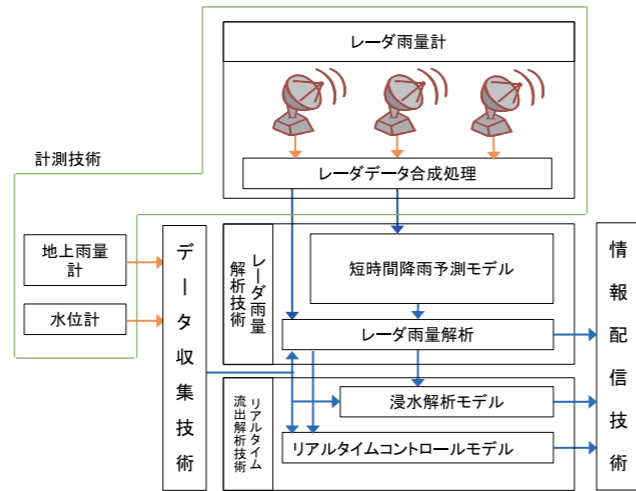


図-2 浸水予測システムの技術構成

当該浸水予測システムは、レーダ雨量計にて観測した降雨観測値と、短時間降雨予測モデルによる降雨予測値に基づき、流出解析モデルを介して、水位および浸水範囲をリアルタイムに予測するものである。本稿では、本研究で得られた知見のうち、自助リードタイムに対するアンサンブル予測の適用効果について紹介する。

2 実証フィールドにおける自助リードタイム

(1) 実証フィールドの概要

実証フィールドである呉羽排水区は約200haの流域であり、近年頻発する局地的集中豪雨により、度々浸水被害が発生している。このうち、最も浸水被害の発生頻度が高く、かつ内水域の浸水に対する自主防災組織を有するS地区を自助支援実証フィールドとして選定し、浸水予測情報を配信している。図-3に、自助支援検証フィールドの概要を示す。

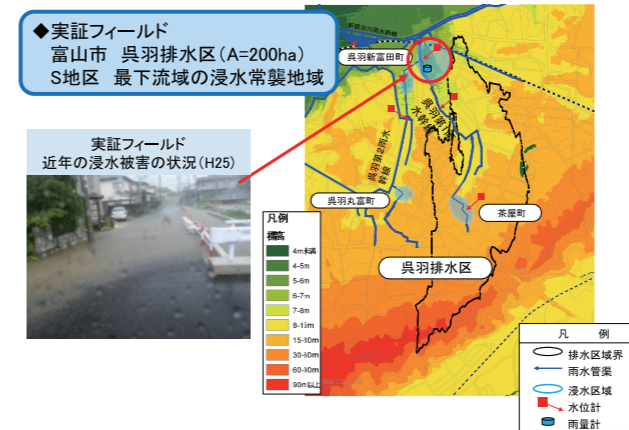


図-3 自助支援検証フィールドの概要

(2) 実証フィールドにおけるこれまでの取り組みと今回の取り組み

当地区においては、内水域の浸水に対する水防計画マニュアルを町内会で作成しており、それぞれ役割分担を決め、計画的な水防活動を実施している。加えて富山市より浸水時の床下換気口からの浸入水を防止する止水板が配布されおり、自助・共助体制の醸成が図られている地域である。平成28年度より、当地区の自主防災組織の代表者（特定の住民）に本システムによる浸水予測情報をタブレットにて試験配信している。図-4に実証フィールドにおける自主防災組織体制を示す。

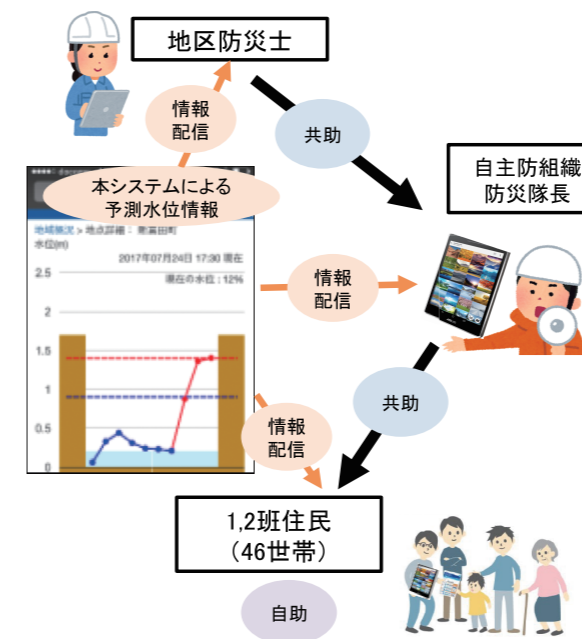


図-4 実証フィールドにおける自主防災組織体制

(3) 自助活動に必要なリードタイム

内水域の浸水被害に対する主な自助活動として、土のう止水板設置による床下浸水被害の軽減や車両の高台移動が挙げられる。浸水予測システムにおいては、浸水が発生する前に確実にこれら自助活動が完了できる時間、いわゆるリードタイムが確保できる予測情報を配信できることが必要である。リードタイムの目標値は、浸水常襲地域において地域住民に自助・共助活動に必要な時間をヒアリングし、20分として設定した。表-1に住民ヒアリングによる自助活動に必要なリードタイムを示す。

表-1 自助活動に必要なリードタイム

自助活動内容	所要時間
土のう（止水板）設置	15分
自動車移動	5分
計（必要なリードタイム）	20分

(4) 予測システムの基本条件（アンケート結果）

既存の防災活動体制を支援する形で情報提供を行うことにより、浸水被害軽減効果が高められると考え、試験配信前に、自助支援情報として保有すべき性能について実証フィールドの浸水常襲地域の住民に対してアンケート調査を実施した。予測の「空振り」（浸水が発生していない現象に対して浸水が発生すると予測）は「許容する」が、「見逃し」（浸水が発生している現象に対して浸水が発生しないと予測）は「許容しない」との回答が多数を占めた。このことから、本予測システムにおいては、「見逃しの無い予測」を可能とするモデルを構築することとした。

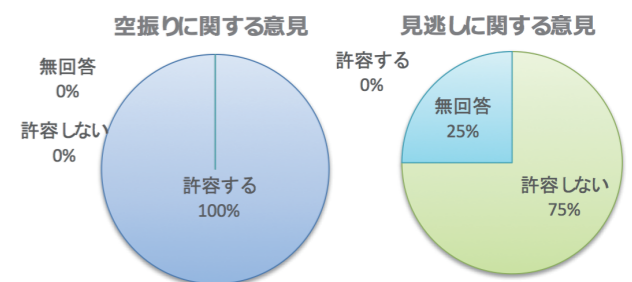


図-5 予測の空振り、見逃しに関する住民アンケート結果

(5) 降雨予測モデルの選定

リードタイムを確保するには、降雨予測値に基づき流出解析を行い、浸水開始時時間をリアルタイムに予測し、その予測水位情報を対象地域の住民に配信する必要があります。実測水位よりも予測水位が低い場合、自助活動の開始が遅れ、リードタイムが確保できない。よって、降雨量として「見逃しの無い」予測を行うこととし、予測誤差の広がりや考慮し、実測値より大きい降雨量の予測が可能なアンサンブル降雨予測を導入し、リードタイムの確保を目指した。

3 アンサンブル降雨予測モデルの性能

(1) アンサンブル降雨予測

アンサンブル降雨予測とは、気象予測の不確実性を考慮するために、ある時刻に少しずつ異なる初期値を多数用意するなどして多数の予測を行い、その平均やばらつき程度の統計的な性質を利用して最も起こりやすい現象を予測するものである。気象庁では、台風進路予報、1週間先までの天気予報等、長期的な気象予測に適用している。

(2) 降雨予測性能

アンサンブル降雨予測モデルは、短時間降雨予測として一般的に利用されている「移流モデル」をベースとした「特異移流モデル」を適用した。

特異移流モデルは、予測の広がりを考慮しない移流モデルの他に、予測の広がりを考慮した4メンバーの降雨予測が可能であり、それぞれの予測結果の最大降雨強度値を重ね合わせることで、面的な予測の幅を考慮することが可能である。特異移流モデルの予測イメージを図-6に、移流モデルと特異移流モデルの予測結果の一例を図-7に示す。

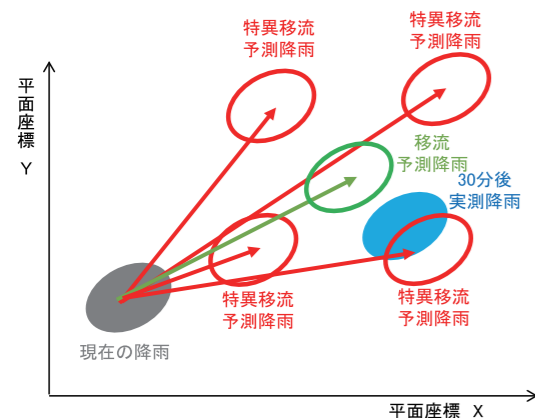


図-6 特異移流モデルの予測イメージ

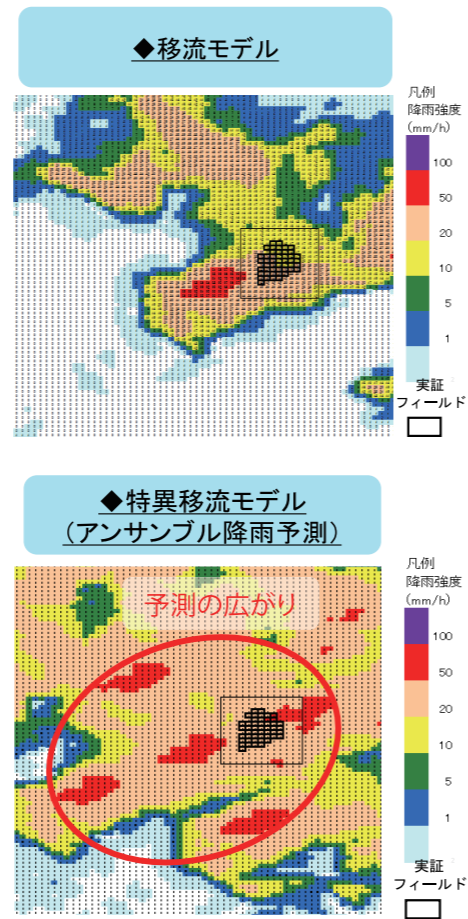


図-7 移流モデルと特異移流モデルの予測結果の事例

本実証研究にて観測された降雨による移流モデルと特異移流モデルの予測降雨量(累積雨量)の比較事例を図-8に示す。移流モデルにおいては、実測と同等以下の雨量となるケースがあったが、特異最大においては、実測降雨と同等以上の値を示した。このことから、アンサンブル予測手法の特異移流モデルは、実測以上の雨量を予測することが可能であることから、雨量として「見逃しの少ない予測」が可能であり、リードタイム確保において有効となり得る予測モデルであることが確認できた。

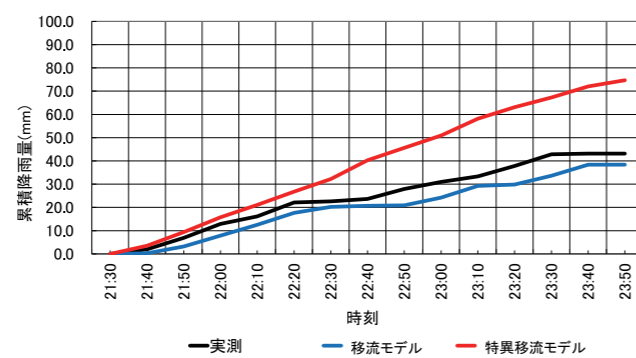


図-8 移流モデルと特異移流モデルの予測降雨量(累積雨量)の比較事例

4 各予測モデルのリードタイムの検証結果

(1) 検証方法

降雨予測値に基づき、流出解析モデルによる水位予測を行い、実測水位と予測水位を比較することで、リードタイムの確保性能について検証した。なお、予測降雨は、移流モデルと特異移流モデルにて比較検証した。

気象庁では、リードタイムを「警報・注意報を発表してから基準を超える現象が発生するまでの時間」と定義している。気象庁の定義を参考に浸水予測におけるリードタイムは以下のとおり定義した。

「浸水予測におけるリードタイム」＝

「浸水が発生した時間」－「浸水予測情報を配信した時間」

ただし、本実証研究中に浸水が発生する降雨が発生しなかったため、ピーク水位以上の水位を予測した時間を確認することにより予測性能を評価することとした。

(2) 検証結果

リードタイム評価事例を図-9に、リードタイムの検証結果を表-2に示す。移流モデルのリードタイムは、0～18分に対し、特異移流モデルは14～25分確保可能となり、より長いリードタイムを確保することが可能である。加えて、「自助活動に必要とするリードタイム(20分)」以上となるケースは、移流モデルは、0ケース、特異移流モデルは、3ケースとなり、特異移流モデルは、自助リードタイム確保において有効な予測手法であることが確認できた。

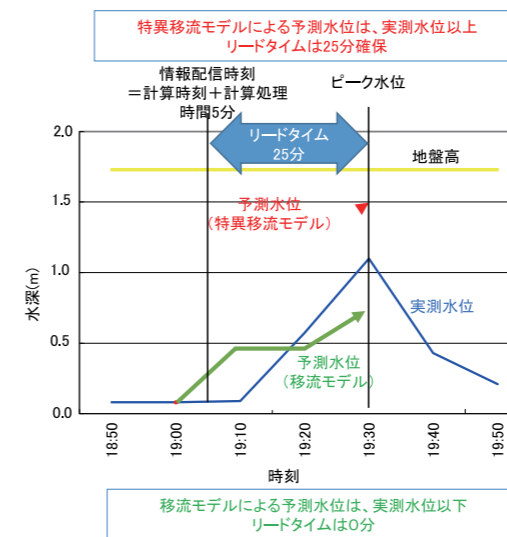


図-9 リードタイム評価事例

表-2 リードタイムの検証結果

No	年月日	リードタイム(分)	
		移流モデル	特異移流モデル
①	H28.7.26	0	22
②	H28.9.18	15	25
③	H28.7.13	4	14
④	H28.7.13	14	22
⑤	H28.8.9	18	18
リードタイムが20分以上確保できたケース		0ケース	3ケース

5 今後の展望とまとめ

特異移流モデルによる水位予測では、リードタイムの確保が可能であることを確認できたが、その分「空振り」の予測が多くなる結果となった。検証期間1年間において配信閾値を超えたアラートメール回数13回に対し、「空振り」が9回確認された。情報活用に確認したところ、「この程度の空振り回数であれば問題は無い、予測は当たっていた印象が強い」との回答が75%を占めていたが、「空振り」が多いと予測システムの信頼性を損なう可能性がある。このことから、今後は、リードタイムを確保した予測に加え、「空振り」を減らすための予測精度の向上を図っていくことを考えている。

浸水予測情報の配信においては、地域が抱える課題や防災意識レベルなどの地域特性を把握し、地域特性に応じたリードタイムや情報配信タイミングを設定することが重要である。今後も引き続き、予測モデルの精度向上を図るとともに、住民と対話を通じてより実用性の高い配信システムを目指し、本実証技術の普及展開を目指していく。

参考文献:

- 1) 超局地・超高時間分解能レーダーと移流モデルを用いた短時間降雨予測手法に関する研究(神戸大学 大石 哲、直原 悠紀)