

# 浸水時の状況把握及び予測技術の高度化に関する研究

Study on developing the method of monitoring and predicting inundated areas

(研究期間 平成 25～27 年度)

河川研究部  
River Department  
水害研究室  
Flood Disaster Prevention Division

室長	伊藤 弘之
Head	ITO Hiroyuki
主任研究官	大沼 克弘
Senior Researcher	ONUMA Katsuhiro
研究官	細田 悟史
Researcher	HOSODA Satoshi

We overviewed the technologies for monitoring inundation and focused the topics to study on. We tried to guess the inundation areas by utilizing probe data. Using the programs to analyze images of CCTV, we tried to guess the water level and estimated the precision and the applicability of this technology. Assuming that we measure the water level of manholes, we estimated the time to spend on disaster measures such as protecting the inundation in underground and evacuation.

## [研究目的及び経緯]

浸水状況の把握は、適切な避難を誘導し人の安全確保や資産被害を軽減に資するとともに、それを逐次補正が可能なリアルタイム浸水予測へ活用することにより、その後の浸水域の拡大等の予測精度の向上にも寄与することができる

本研究は、浸水発生の覚知や浸水予測精度の向上を図る観点から、浸水監視に関する既存技術の整理を行うとともに、いくつかの技術をモデル地域にあてはめて、その適用性について検討するものである。

## [研究内容]

### 1. 浸水監視に関連する既存技術の整理

既存技術のうち CCTV、リモートセンシング(SAR 等)、空撮映像 (UAV 等)、浸水センサ、自動車プローブデータ等を活用した浸水監視について、即時性、信頼性(精度・停電時対応)等の観点から適用性について整理した。

### 2. 民間プローブデータを活用した浸水把握の検討

民間プローブデータとは、民間企業が取得した自動車通行状況に関する情報である。本研究は、氾濫水を直接観測する浸水の影響を受けるモノの動きに着目した間接的方法である。

平成25年9月4日に名古屋市内で発生した豪雨に伴う浸水推定エリア及び、平成27年月10日に発生した常総市の浸水を対象に、プローブデータより得られる自動車通行特性より浸水域の時空間的な変化を推計・検証した。

### 3. CCTVを使った浸水把握の検討

画像解析プログラムを使って、CCTVで得られた河川水位の計測や堤内地の浸水発生の検知について適用性を検討した。

### 4. 防災・減災に資する人孔水位監視に関する検討

下水道施設内の水位を計測する技術として、水位計測機能を有するマンホールに着目し、リアルタイム水位観測結果による浸水対策や浸水予測の高度化について検討した。神田川流域を対象に構築した、河川・下水道水理解析及び氾濫解析モデルを統合した浸水解析モデルを使って、仮想降雨を入力条件として、新宿駅等の地下鉄入口とその周辺を対象に、浸水深と近傍のマンホールの水位の時系列変化を整理算定し、マンホール水位計の適用性等について検討した。

## [研究成果]

### 1. 浸水監視に関連する既存技術の整理

合成開口レーダー (SAR衛星)については、天候や時間に左右されずに広域的浸水状況が把握できるものの、撮影が一日2回しかなく、データ解析処理に時間を要するため、即時性に欠ける。

UAVによる空撮については、浸水状況をリアルタイムで確認できるものの、雨・風等天候の影響を大きく受ける、活動は昼間に限られる、航続時間が比較的短い(無線操縦で10分程度)等のデメリットがある。

CCTVについては、高解像度化技術が進み昼夜を問わず監視が可能となってきているが、既存の CCTVの撮影可能範囲が限られることや民間の防犯カメラ映像の利用にはプライバシーの侵害等の課題がある(精度等については後述)。

民間プローブデータの活用については、広域的な浸水範囲を把握できる可能性はあるものの、走行不能となった区間が浸水によるものか他の要因(通行規制等)によるものか判別がつかず、後述するような精度上の課題もある。最近では、自動車メーカーによる通行な道路を災害時に公開していることもあり、他の目撃情報等と重ねることにより、信頼性や即時性が向上することが期待できる。

Twitter等のSNSの活用については、即時性に優れているものの、流言飛語や誤報も多く信頼性の高い情報の選定に課題がある。撮影場所や日時が特定できる写真・動画が添付されている場合は比較的信頼できる情報となりうる。

浸水センサについては様々なものがある。最近ではマンホール蓋に無線通信装置・バッテリー・計測器の変換器などを搭載したものもあり、これによりリアルタイムにマンホール内の水位を把握・送信でき、かつ広域停電時でもデータが入手可能である。電池だけで約5年間稼働できる小型で安価な浸水検知センサも開発されており、浸水頻度が高い場所では有効と考えられるが、中継器は電源が必要であり、広域停電時の電源確保が課題である。

## 2. 民間プローブデータを活用した浸水把握の検討

鬼怒川の氾濫が発生した常総市の自動車通行状況について浸水が発生している平成27年9月10日(14~15時)と平常時9月3日で比較したものを図-1に示す。氾濫の発生した若宮戸、三坂周辺の交通量が極端に減少しているほか、水海道付近では渋滞が見られる。自動車通行量の減少した区間と浸水範囲は国土地理院公表の浸水域や証言と概ね合致するが、自動車通行状況だけで浸水と判断できないため補足情報が必要なこと、プローブデータの即時入手等が課題となる。

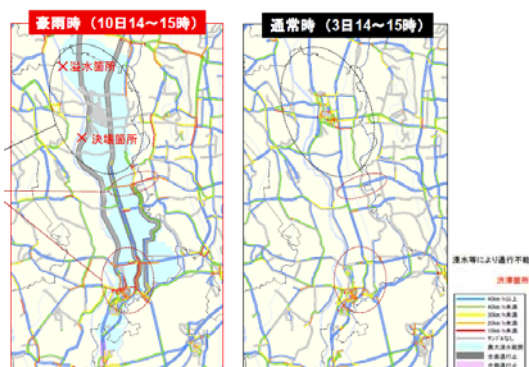


図-1 浸水時の交通状況

## 3. CCTVを使った浸水把握の検討

水位計測技術については、入手したCCTV画像について、目視判読値と画像解析プログラムによる解析値の

差異を数値化し、時系列グラフとして比較整理した。

①静止画処理方式と②動画処理方式について解析を行った。

①については、24映像中すべての映像で画像解析値を出力できた。そのうち、5映像は水位0.1mの精度が確保できたが、7映像は、日照、気象、対象物、監視対象等の複合的な要因により、水位0.5m以上の差異が生じた。日照、気象の阻害要因があっても、検出対象物、画角を適切に設定することで、比較的安定して水位計測を行うことができると考えられるが、精度向上が今後とも必要である。②については、24映像中、夜間時で極めて水際線の判別が難しい等で3映像が解析不能だった。6映像は水位0.1mの精度が確保できたものの(図-2参照)、7映像は、主に夜間で、対象物、監視対象等の複合的な要因により、水位0.5m以上の差異が生じた。広角かつ水面と背景面にコントラストが無い場合を除き、概ね水位計測はできるものの、夜間では精度が低下しやすい傾向が見られた。

いずれの方式も、リアルタイム浸水予測計算の逐次補正に活用するには精度が不十分と考えられた。

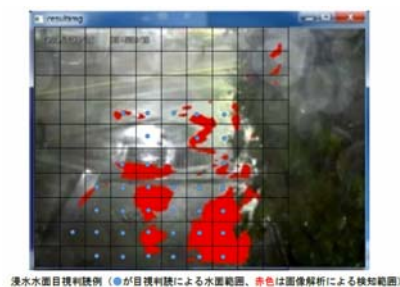


図-2 画像解析による浸水把握

## 4. 防災・減災に資する人孔水位監視に関する検討

様々な仮想降雨によるシミュレーションを実施し、比較的浸水しやすい新宿駅D4出入口及び東池袋駅7出入口について、その浸水深と周辺のマンホール内水位の時系列を整理した。その結果、マンホール内の水位は1分間に最大2.3m上昇する地点があることがわかった。そのマンホールの蓋高から数高まで約3mあり、既存のリアルタイムマンホール水位計の測定周期が10秒であることから、このような急激な水位変動でも対応できると考えられた。

### [成果の活用]

本研究の成果を踏まえ、神田川流域内のモデル地区を対象に、防災・減災対策や避難への活用、リアルタイムデータを活用した浸水予測モデルの精度向上に資するよう浸水監視技術の適用を予定している。