

地下街等関係事業所の避難確保・浸水防止体制の強化 に向けた情報配信アプリの活用

大原美保・徳永良雄・小林 亘

1. はじめに

近年の豪雨の増加に伴い、地下街での避難確保・浸水防止へのニーズが高まっている。浸水想定区域内にあり、市町村が地域防災計画に記載している地下街に関しては、平成25年の水防法改正により、避難確保計画の作成に加えて、浸水防止計画の作成、訓練の実施、自衛水防組織の設置等が規定された。国土交通省によれば、平成30年3月末時点で、1,109の地下街等のうち、避難確保・浸水防止計画を作成済は801（72.2%）である¹⁾。しかし、実際の浸水経験がある地下街は少なく、避難確保・浸水防止計画の実効性には課題があるため、本研究は、これらの課題を改善して地下街等関係事業所の避難確保・浸水防止体制を更に強化するための手法を提案するとともに、横浜駅西口地区への適用を行った。

2. 地下街等に関する課題の整理

地下街は、図-1²⁾に示す通り、地下街出入口だけでなく、接続ビルからの水の侵入によっても被災する可能性がある。国土交通省が平成27年7月に公表した「地下街等に係る避難確保・浸水防止計画作成の手引き（案）（洪水・内水・高潮編）」³⁾では、地下街等防災連絡協議会等の設置など、地下街と接続ビルが連携した体制を奨励している。避難確保・浸水防止体制に関しては、既存研究があまり見られなかったため、本研究ではまず、近年浸水しており避難確保・浸水防止計画を作成済である3つの地下街管理者へのインタビュー調査を行い、地下街及び接続ビルの現状での課題を把握した。調査対象駅は、平成11年6月29日に浸水した天神駅（福岡県）、平成26年9月25日に浸水した名古屋駅（愛知県）、平成27年7月24日に浸水した渋谷駅（東京都）である。

この結果、表-1に示した通り、主に「状況認識の統一の必要性」（番号1-1、2-1）、「対応イメージの共有の必要性」（番号1-1、3-1、3-3）、「漏れない一斉対応の必要性」（番号1-2、3-1～5）という3つの課題の改善が必要と考えられた。

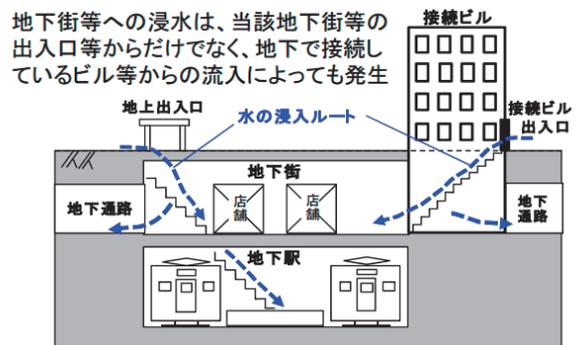


図-1 接続ビルからの浸水のイメージ²⁾

表-1 インタビューで把握できた主な課題

番号	項目	課題
1-1	体制	・鉄道系と商業系の事業所では災害意識・情報収集力・対応能力が異なる。
1-2		・商業系の接続ビルでは、夜間に人が少ない・居ない場合がある。
2-1	災害状況把握	・地下や建物内にいるので、監視カメラでも見ている、地上の様子がわかりづらい。
3-1	対応	・想定する浸水状況（浸水経路・雨量等）が不確定なので、浸水対応のイメージがわからない。
3-2		・接続ビルを含めて、1か所からでも地下街全体が浸水しうる。漏れない一斉対応が必須である。
3-3		・計画書には、時系列で行うべき対応を精緻に記述しているわけではないので、どの順に何をしたらよいかわかりにくい。
3-4		・夜間も含めた時間帯に応じて、各ビルの緊急連絡手段を把握する必要があるが、作成が難しい。
3-5		・鉄道事業者・商業施設等で手が空く時間帯が異なり、訓練実施が難しく、実行力の確保が課題。

3. 避難確保・浸水防止体制強化手法の提案

前章で整理した地下街等の避難確保・浸水防止に向けた課題に基づき、本章では、観測される外的状況の情報（観測情報）を配信・共有するアプリケーション（アプリ）の開発により、これらの課題解決を図る手法を提案する。図-2は、提案手法の流れを図示したものである。まずステップ1（平常時）では、雨量・水位・潮位・浸水などの観測情報のレベルに応じて対応すべき行動を記述した対応タイムラインを作成し、これらを計画書にまとめておく。ステップ2（災害発生直前）では、観測情報を配信・共有するアプリ⁴⁾を用いて、各事業所に対して情報提供を行う。観測情報を閲覧できるとともに、あらかじめ設定した閾値を超えた場合に、メール等により一斉通報される仕組みとする。ステップ3（災害時）では、観測情報があらかじめ設定したレベルを超えた場合に、ステップ1で用意した対応タイムラインに沿って、各事業所が必要な一斉対応を行う。

しかし、浸水対応経験の全く無い地下街等関係者にいきなり情報配信を行ったとしても、あらかじめ作成した対応タイムラインとメールの内容とを即座に結び付けて理解することや、メール受信をトリガーとして自社にとって適切な対応を行うことは難しいと考えられる。よって、平常時の図上訓練型のワークショップにより、情報受信後の自社の対応をイメージしてもらうことにより、対応力向上や対応の見直しの契機としてもらうこととした。これらの訓練・アプリ利用・検証というサイクルを複数年行うことにより、対応のタイムラインを改善し、総合的に地下街等関係者の避難確保・浸水防止体制を強化することを期待している。表-2には、研究参加機関の役割分担を示す。

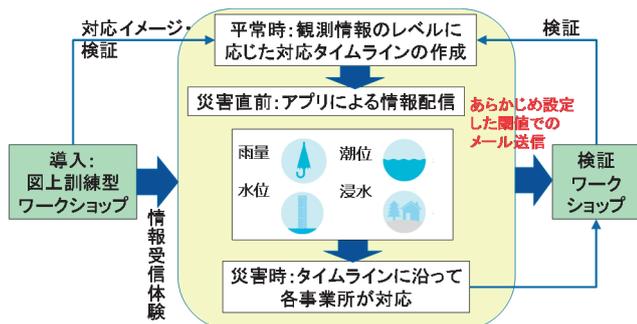


図-2 避難確保・浸水防止体制強化手法の提案

表-2 研究体制と役割分担

立場	機関・主な研究者	役割
研究代表	工学院大学建築学部・久田嘉章	研究プロジェクト統括
共同研究	東京電機大学・小林亘	アプリ開発
	土木研究所・大原美保	手法検討、図上訓練
	SOMPOリスクマネジメント株式会社	図上訓練、コーディネート

4. 横浜駅西口地区への提案手法の適用

4.1 横浜駅西口地区の現状

本章では、前章で述べた避難確保・浸水防止体制強化手法を、神奈川県内の横浜駅西口地区に適用した結果を報告する。

横浜駅西口地区は、神奈川県管理河川である帷子川沿いに立地しており、図-3中央及び右に示した神奈川県による帷子川水系浸水想定区域図（計画規模・最大規模）⁵⁾の通り、浸水リスクを有する。図-3左図のオレンジ色枠は、横浜駅西口共同防火防災管理協議会の参画事業所が立地するエリアである。平成16年10月9日の台風22号により、図-3左図の青色箇所が浸水した。横浜駅西口地下街及び同地下街と接続する主要な事業所である21社は、横浜駅西口共同防火防災管理協議会を構成しており、横浜駅西口地下街等避難確保及び浸水防止計画を作成済である。

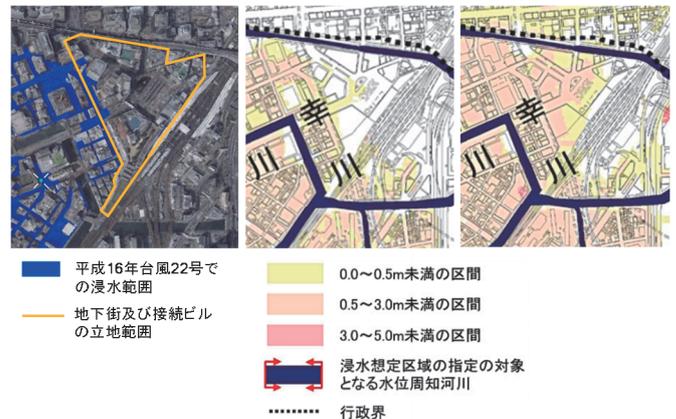


図-3 横浜駅西口地区の浸水リスク

（左：平成16年台風22号での浸水範囲、中央：計画規模降雨での浸水想定、右：最大規模降雨での浸水想定）

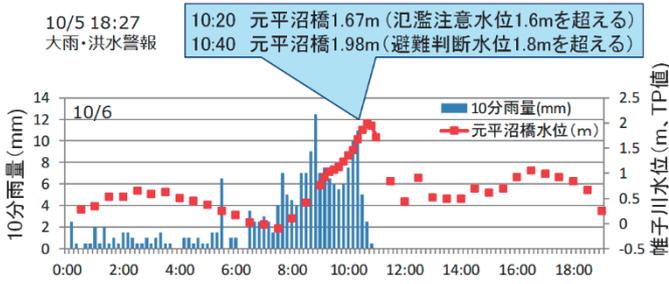


図-4 平成26年台風18号来襲時の雨量及び水位



図-5 防潮扉が設置されている荷捌場入口（左）及び地下街出入り口の止水板（右）

表-3 帷子川水位に応じた対応タイムライン（抜粋）

指令区分	状況	主な対応
1号指令	水位が1.2m(TP値)に達するおそれ	・荷捌場の防潮扉閉鎖、全車出庫命令の館内放送 ・A級止水板設置
2号指令	水位が2.4m(TP値)に達するおそれ	・現地本部設置 ・B級止水板設置 ・営業停止（条件付）
3号指令	水位が2.7m(TP値)に達するおそれ	・地下Bブロック営業停止（無条件）

図-4には、台風18号が来襲した平成26年10月6日に際に帷子川の元平沼橋水位計で観測された水位（TP値）及び10分雨量の変化を示した。この時は満潮では無かったことが幸いして、西口地区は浸水しなかったが、氾濫注意水位から避難判断水位に上がるまでには約20分しかかかっておらず、迅速な対応が必要であることがわかる。

4.2 地下街等関係事業所の対応タイムライン

横浜駅西口共同防火防災管理協議会は、横浜駅西口地下街等避難確保及び浸水防止計画を作成し、帷子川沿いにある地下街につながる荷捌場（図-5左）脇に協議会構成企業が設置した水位計に基づき、表-3のような対応を取ることとしている。例えば、水位1.2mに達するおそれがある時には1号指令を発令し、防潮扉を閉鎖するとともに、地下駐車場出入口等の止水板を設置する。2号指令段

階での営業停止については、大雨が継続する見込みや満潮時刻等によって条件付きとされている。

4.3 図上訓練型ワークショップの開催

提案手法に基づき、平成30年8月8日から、雨量・水位・潮位・浸水情報を配信するアプリ（AREA-RAIN）の試験運用を開始した。アプリには、横浜駅上空のXバンドレーダー雨量、横浜駅周辺の帷子川水位、横浜港の潮位、LPWA浸水検知センサー（西口地区に4か所設置）のデータを用いており、大雨・水位・潮位の上昇、浸水が起きた場合に、関係者にメールで注意喚起の通知を行うことができる。また、アプリ画面では、図-6の画面例のように、雨量・水位・潮位の現在の値や時刻歴での変化を確認することができる。

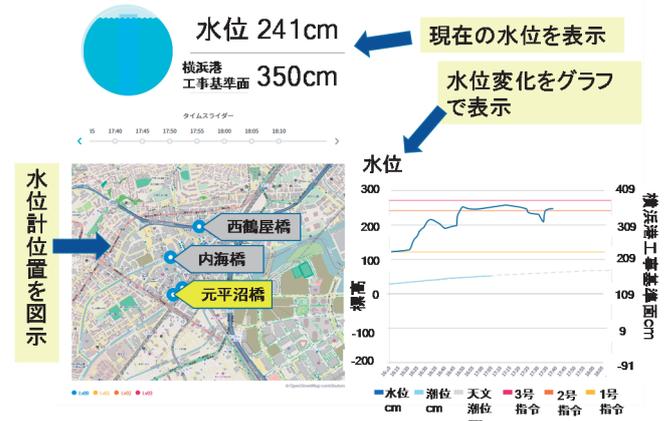


図-6 情報配信アプリの画面例（水位の画面）

アプリの試験運用に先立ち、平成30年8月1日には、協議会の事業所10社の参加により、帷子川水位に基づく1～3号指令・避難情報・浸水という一連の流れを仮想的に体験するため、図上訓練型ワークショップを開催した。帷子川水系浸水想定のうち、横浜駅西口に最も近い破堤点から浸水する氾濫解析結果に基づいてシナリオを構築し、図-7に示した9つの場面を設定した。各場面では、情報配信アプリで配信予定のメールの画面（例えば図-6）や浸水の3次元表示画像（図-8）も示し、現実に近い状況を想起できるように工夫した。各場面では、各社で行うべき情報収集・社内体制・お客様への館内放送や避難誘導・止水板や土嚢の設置・営業停止判断などの対応を考えてもらい、各社の対応を参加者間で共有した。この結果、お客様や従業員の避難のタイミングに関する事業所ごとの違いなどの課題を把握できた（図-9）。

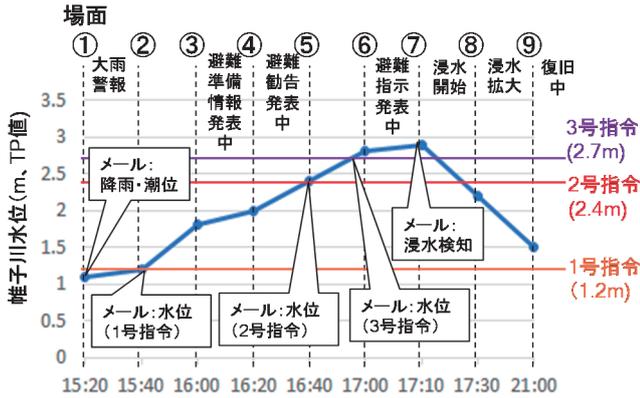


図-7 ワークショップでの場面設定

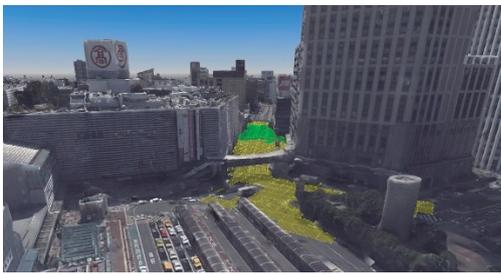


図-8 浸水の進展状況の3次元表示



図-9 ワークショップでの議論の様子

5. おわりに

本研究では、降雨量・水位・潮位・浸水等の観測情報を事業所に配信するアプリを活用して地下街等関係事業所の避難確保・浸水防止体制の強化を図る手法を提案し、横浜駅西口地区への適用を行った。アプリは試験運用中であり、平成30年

10月1日には、台風24号による豪雨や局所的な地表の浸水を検知することができた。平成31年1月には、アプリの試験運用及び事前の図上訓練の効果について議論するための検証ワークショップの開催を予定している。

謝 辞

本研究活動は、総合科学技術・イノベーション会議が推進する戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)の「レジリエントな防災・減災機能の強化」分野の「課題7：地域連携による地域災害対応アプリケーション技術の研究開発」における研究課題「首都圏複合災害への対応・減災支援技術 (平成26～30年度)」の一環として実施した。横浜駅西口への活動の展開に際しては、横浜駅西口共同防火防災管理協議会事務局及び関係各位から多大なる協力を得た。浸水シナリオの検討にあたっては、神奈川県横浜川崎治水事務所からの帷子川水系浸水想定データの提供を受けた。また、浸水の3次元表示にはアジア航測株式会社の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局：地下空間の浸水対策
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/jouhou/jieisuibou/bousai-gensai-suibou01.html>
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局：水防法改正の概要、2015
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局：地下街等に係る避難確保・浸水防止計画作成の手引き (案) (洪水・内水・高潮編)、2015
- 4) 小林亘：地下水害の防止へのXバンドMPレーダの活用、日本災害情報学会第18回大会、2016
- 5) 神奈川県：帷子川水系浸水想定区域図、2017

大原美保



土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター 主任研究員
Miho OHARA

徳永良雄



土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター 上席研究員
Yoshio TOKUNAGA

小林 亘



東京電機大学・研究推進社会連携センター 教授
Wataru KOBAYASHI