

防災DX時代における行政の意思決定を支援するための 新たな情報可視化アプローチの開発と実践

五十嵐善哉*・内村太郎**・長田昌彦**・Goit Chandra Shekhar**・齊藤正人**・
田中規夫**・谷山 尚**・堤田成政**・党 紀**

* 埼玉大学大学院理工学研究科

** 埼玉大学研究機構社会変革研究センター・レジリエント社会研究部門

要 旨

地方自治体では地理空間情報の整備やビッグデータ等を含めた先端技術を積極的に活用した防災DXの取組が進められている。しかし収集された情報は十分に可視化されておらず意思決定に活用しきれていないため、減災が効果的に進んでいない現状にある。本研究は、行政の意思決定を支援する情報可視化アプローチを創出し、地震・気象・水害・地盤災害を対象に「情報・デジタル」と融合させることで、DXを高度に活用した地域防災の強化を目指す。本稿では本研究におけるこれまでの成果について報告する。

1. はじめに

都道府県や市町村等の地方自治体の地域防災では、災害の発生のおそれや拡大を防止するために、災害に関する情報の収集及び伝達に努めなければならないことが、災害対策基本法に定められている。そのため、近年の地域防災計画には地理空間情報の整備やAI、ビッグデータ、宇宙技術等の活用などが盛り込まれるとともに、災害オペレーションシステム等に産学発の先端技術を積極的に利活用するなど、具体的な計画や実装が進められている。

一方で、防災DXが進みつつある社会において未だ減災が効果的に進んでいない理由の一つとして、災害時に行政の防災担当者がタイムリーかつ適切な意思決定を行うことが十分にできていないことが挙げられる。その原因は、行政が収集する膨大な情報が災害現象を収集しただけの未処理情報が大半であることに起因する。意思決定の判断材料となる、伝わる情報へ変換されておらず、それらが可視化されていないことが主な要因と考えられる。

本研究は、警戒状態から発災以後の行政の意思決定プロセスにおける災害情報の不足や情報集約・分析の不十分さなどの課題を対象に、単に収集された災害の未処理情報から、意思決定の判断材料となる、新たな情報可視化アプローチを創出し、それを地域

防災の強化に活用することを目的とする。本研究では、地震、気象、水害、地盤災害を対象に、それらを「情報・デジタル」と融合・発展させ、「DXを高度に活用した災害対応」を社会実装につなげる。具体的には以下の検討を行う。

情報統合分野として、光学衛星とSAR衛星データの統合によるセンシングデータフュージョン技術を開発し、災害発生時の迅速な被害把握を目指す。このアプローチにより、災害現場の状況をより正確に把握し、迅速な水害検知を実現する。地震分野では、SNS情報から地震被害の高精度かつ迅速な推定を行うことを目標に、デジタルツイン空間を構築し被害状況の分析技術を開発する。水害分野では、降雨段階別の浸水要因表示による避難支援と流域治水対策のリスクコミュニケーションツールを開発し、浸水リスクの早期警告と対策の効果的な伝達を目指す。全流域の湿潤状況・低水流量モデルと降雨流出氾濫解析モデルの連携手法を構築する。気象分野では、微地形と気象レーダデータを統合したリアルタイム浸水深推定技術の開発により、気象条件に応じた迅速な浸水予測と対策の提案を可能にする浸水予測システムのプロトタイプを作成する。地盤分野では、斜面の降雨時や地震時の挙動を、独自の野外モニタリングの技術により常時監視し、地震時応答を含めて、その災害特性を推定する手法を開発する。また、

リスクコミュニケーション分野として、外国人を対象とした防災・災害情報の伝達に関する現状について調査を行い、地方自治体が推進する多様性を配慮した防災DXの課題を評価する。

本稿では、各分野におけるこれまでの研究成果の概要を報告する。

2. 衛星リモートセンシングデータフュージョン技術の開発

2.1 本節の研究背景と目的

衛星リモートセンシング技術は広範囲の観測が可能であり、洪水による浸水域のモニタリングに適している。現在、Sentinel-1による合成開口レーダ（SAR）およびSentinel-2によるマルチスペクトル画像（MSI）が無償で提供されているが、これらの観測頻度は5～12日程度と限られており、災害時にどのセンサーで観測されるかは予測困難である。そこで本研究では、災害時や発生直後に即時利用可能なマルチスペクトルおよびSARデータを用いて、洪水浸水域を迅速かつ高精度に推定する手法を開発した。

本研究では、リモートセンシングデータ向けに開発された事前学習モデルPre-trained Remote Sensing Transformer (Presto) を基盤とした。Prestoは複数種類のリモートセンシングデータ（Sentinel-1, Sentinel-2, SRTM DEM, ERA5, Dynamic World）を扱うことができ、ピクセルレベルでの処理を行う。提案手法では、洪水データセットSen1Floods11を用いてPrestoモデルを洪水浸水域推定タスク向けにファインチューニングした。データセットは訓練用50画像、検証用20画像、テスト用36画像に分割し、Sentinel-1の2バンド、Sentinel-2の10バンド、およびNDVIを含む計13バンドのデータを使用した。

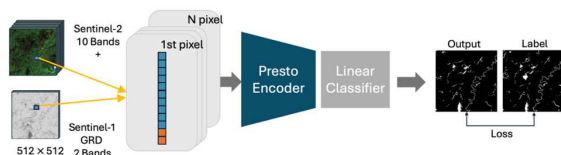


図-1 提案モデルアーキテクチャの概要

2.2 結果と考察

実験では現実的な3つのケースを想定した：

- ケース1：MS+SAR（両方のセンサデータが利用可能）
- ケース2：MS（マルチスペクトルデータのみ利用可能）
- ケース3：SAR（合成開口レーダデータのみ利用可能）

ファインチューニング時のデータに含まれていないボリビアの洪水データを用いたテスト結果において、以下の性能を達成した：

ケース1：mIoU 0.886, F1スコア 0.896

ケース2：mIoU 0.884, F1スコア 0.893

ケース3：mIoU 0.736, F1スコア 0.718

ケース1およびケース2では先行研究（Prithviモデル：F1スコア 0.876）と比較して同等かそれ以上の精度を示した。一方、ケース3では他のケースと比較して精度の低下が見られた。

2.3 本節の結論と今後の展開

本研究では、単一のモデルで複数の観測条件に対応可能な洪水浸水域推定システムを構築した。マルチスペクトルデータが利用可能な場合（ケース1, 2）については先行研究を上回る高精度な推定を実現した。主要な課題として、SARデータのみが利用可能な場合の精度向上が挙げられる。これは、SARデータに固有のスペックルノイズや都市部での複雑な反射パターンが影響していると考えられる。今後の研究では、SAR専用のモデルアーキテクチャの再設計や、ノイズ除去技術の統合に焦点を当て、より堅牢な災害対応システムの構築を目指す。

3. 3次元都市モデルとSNS等の2次元画像を活用した被災位置の特定手法の開発

3.1 本節の研究背景と目的

近年、SNS等のビッグデータを活用した地震被害や水害情報の収集分析システムに関して、多数の自治体において導入や実証実験などが進められている。一般にこうしたSNS等を利用した技術が提供する情報は撮影画像と緯度経度情報であり、後者は限定的なEXIF情報や推定手続きにより得られる。これらの情報には画像の方位角情報が不足していることから、被災位置を特定することは難しい。また、画像の方位角がすべて取得できたとしても、被災地点が画像中央に位置している保証はないことから、緯度経度と方位角情報のみでは被災位置推定の良好な精度は期待できない。地震火災のリアルタイム延焼予測など災害応急対策で活用するためには、精度の高い被災位置の特定が不可欠である。

そこで本研究は、災害事例として火災状況を拡張現実（AR）により構築し、撮影画像の方位角を既往の特徴点抽出手法と深層学習に基づく手法とを適用し推定及び検証する。また、3次元都市モデル（国土交通省PLATEAU）の3次元情報空間を利用し、2次元画像から被災（火災）位置をピンポイントで特定する手法を提案する。

3.2 方位角推定手法の従来法の適用と検証

本研究では方位角の自動判定システムを構築することを念頭に、撮影画像とGoogle Street Viewのパノラマ画像を等角度（ここでは北を0度として10度間隔）に分割した画像に対して類似度を計算し撮影方向の推定を行う。ここでは、既往の特徴点抽出手法として（SIFTとORB）と深層学習に基づく手法（VGG16, DenseNet, EfficientNet80, InceptionV3, ResNet50）を適用する。本研究で対象とした地域はさいたま市内の主に第1種中高層住居専用地域とその周辺地域である。

ARで構築した火災状況の画像を写真1に、撮影地点（3点）と方位角を図-2に示す。また解析結果を表1に示す。撮影画像の緯度経度に最も近いGoogle Street Viewのパノラマ画像を利用した。36枚に分割した画像の類似度を降順にソートし、上位1位が対象画像の方位角 ± 30 度の範囲に入っているものをL1、2位をL2、3位をL3として、それ以外をFと判定した。表-1によれば従来の特徴点抽出手法は深層強化に基づく手法と対比して推定精度が低い。特に木造家屋に囲まれるA地点での推定に不向きな傾向が見られる。



写真-1 ARによる火災画像（左からA, B, C地点）



図-2 撮影地点（赤丸：東からA, B, C地点）と撮影方位角

表-1 従来法による方位角推定結果の比較

Method	SF	OB	VG	DN	EN	IC	RN
Photo A	F	F	L1	L1	L1	L1	L1
Photo B	L3	L2	L2	L2	L1	L1	L1
Photo C	L1	L1	L1	L1	L1	L1	L1

3.3 PLATEAUモデルとUnityを活用した2次元画像の再現と火災位置の特定手法の一提案

本研究では、統合プラットフォームUnityを用いて特定手法のシステムを構築する。前項で対象とした地域内の建物モデルを図-3のように3次元空間情報として読み込み、前項の撮影画像の緯度経度上に仮想カメラを設置する。火災位置を特定する方法は、仮想カメラの方位角を撮影画像と合わせ、撮影画像と仮想カメラ画像を一致させた上で、撮影画像上の火災位置を仮想カメラの画像上にオーバーラップさせる。画像上で火災位置をマウスのポインタで指定すると、仮想カメラ中央からその方向に200m長のBeamオブジェクトを照射する機能を構築している。この作業を3つの撮影画像に対して繰り返すことで、Unityの都市空間上に3つのBeamオブジェクトが表示され（図-3）、その交点は火災位置を良好に特定できていることがわかる（図-3右下）。

図-2のように、撮影地点と撮影方位の情報のみでは火災位置を特定することは容易ではないが、本手法のように3次元空間情報と2次元画像をリンクさせることで、火災位置を特定できる可能性が示された。こうした手法は、複数個所での火災が生じた際や、一連の作業を自動化する際に役立つものと推察される。

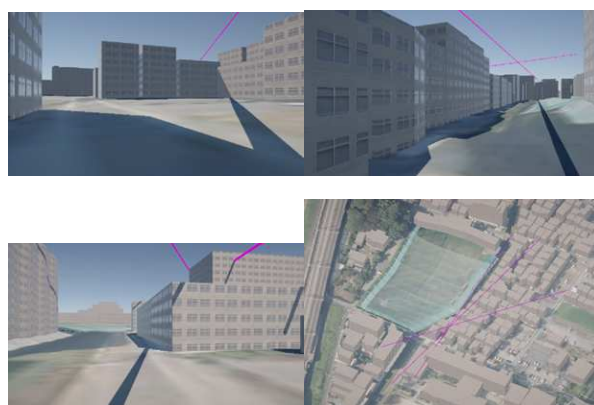


図-3 Unity内に設置したCameraの撮影画像とビーム照射の様子（左上からA, B, C地点、全体）

3.4 本節の結論

方位角推定手法の検証は今後の詳細な検討に向けた試行的な位置づけであり、用途地域の違いや地域の特徴などを踏まえた更なる検討を行う必要がある。また、PLATEAUを活用した災害（火災）位置の特定方法は、災害時の家屋倒壊状況などを自動で推定できる可能性を示唆するものであった。

4. 浸水要因河川を考慮した避難支援

4.1 本節の研究背景と目的

河川堤防を越えし破堤に至る洪水被害が頻発している。ハード整備だけではなく、避難などのソフト対策に加えて、まちづくりや住まい方という視点での対策が必要である。研究対象の埼玉県川島町は、荒川本川とその支川群（市野川、入間川、越辺川、都幾川）に囲まれた地形になっており、破堤河川・破堤箇所により氾濫流の向きが大きく異なる。本研究では、異なる想定破堤河川・破堤点に対する避難解析を行うことで、川島町での避難困難地域を明確にすることを目的とする。

4.2 解析モデル

小内ら（2021）の氾濫解析（15の破堤点）より得られた浸水深の時系列データを用いて、藤野ら（2025）は川島町内の各家屋から避難所への避難解析を行った。本報告では藤野ら（2025）の解析の詳細データをもとに避難に失敗する可能性のある地域を明らかにする。

4.3 結果と考察

図-4に破堤点No.5の場合の破堤2時間時点での各グリッドの最大湛水深と避難状況を示す。避難所と氾濫流にはさまれた地域付近の避難失敗者（黒色）が多い。加えて、土地の低い南西方向に向かう氾濫流の影響と安藤川の内水氾濫の影響をうけて広い範囲で避難失敗または避難途中（赤色）となっている。

15の想定破堤における避難解析において、すべて成功した場合を水平避難可能エリアと定義した。水平避難可能エリアと判断された地域以外では、二階への垂直避難、避難指示が出た段階から時間をおかないタイミングでの避難、町外避難が必要になる。図-5は水平避難か垂直避難のどちらかが可能な地域を避難可能エリア（灰色）、水平避難可能エリア外でかつ浸水深が3m以上となる地域（水色）、国土交通省が公開している家屋倒壊等想定氾濫区域（赤色）で避難特性を分類したものである。この分類図で水色と赤色の地域は街の中でも相対的に危険度が高いため、早期の水平避難（避難所か町外）が望ましい。

灰色の地域は早期の水平避難ができなかった場合は垂直避難を行うべき地域となる。

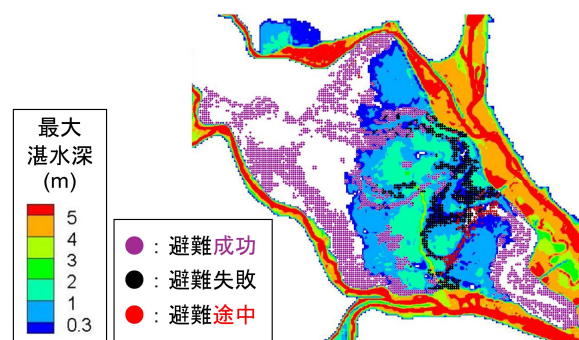


図-4 破堤2時間後の氾濫状況と避難状況（破堤点No. 5の場合）

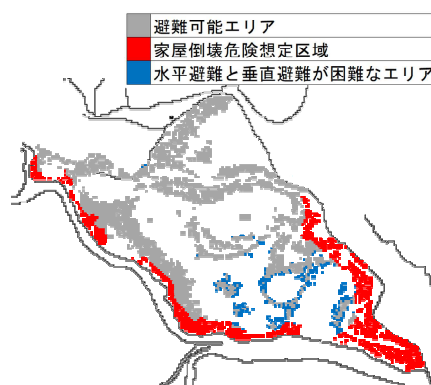


図-5 避難特性分類（避難可能エリア（灰色）は水平避難か垂直避難のどちらかが可能、水平避難に失敗しかつ家屋にとどまっても浸水深が3m以上となる地域（水色）、家屋倒壊等想定氾濫区域（赤色）は国土交通省が公開しているもの）

4.4 本節の結論

破堤点毎の避難上の弱点を明らかにした。特に、安藤川の内水氾濫地域と破堤氾濫流にはさまれるような状態になる避難所付近で局所的に大きな避難困難者となることなどの地域性を明らかにした。水平避難が困難でかつ2階への垂直避難も困難な地域が安藤川周辺と地盤高が低い出丸地区周辺にあることを明らかにした。

5. 降雨段階別の浸水要因表示と流域治水対策

5.1 本節の研究背景と目的

浸水被害には外水氾濫、内水氾濫、内水湛水などがあるが、地域・流域の特性によって浸水被害の要

因や発生頻度は異なる。また、浸水被害が発生する降雨条件も異なる。さらに、近年の豪雨災害では、複数の浸水要因が重なることもある。浸水要因ごとに効果的な治水対策は異なるため、浸水要因を分析することが重要である。

本節では、豪雨や洪水による浸水被害を受けやすい特徴を有する中川・綾瀬川流域を対象に、各支川で優先すべき治水対策の判断を支援することを目的として、分布型降雨流出氾濫解析モデルを開発する。

5.2 解析対象流域（中川・綾瀬川流域）の特徴

埼玉県と東京都を流れる中川・綾瀬川流域（流域面積約987km²）を対象地域として選定した。中川・綾瀬川流域は、ほぼ全域が標高20m以下の低平地であり、河川勾配も1/4000程度と緩勾配である。昭和33年9月の狩野川台風や昭和41年の台風4号では、それぞれ流域面積の約28%、約46%が浸水するような大きな被害が生じた。その他にも、大規模な浸水被害が多数発生している。このような背景を踏まえて、中川・綾瀬川流域では、河川整備のみによる治水対策が困難であるとして、流域における総合的な治水対策が昭和55年から協議され、放水路や排水機場の整備など、様々な治水対策が実施されている。

5.3 分布型降雨流出氾濫解析モデルの概要と解析条件

中川・綾瀬川流域における分布型の降雨流出・氾濫解析モデルを開発するため、中川・綾瀬川を含む28河川の河床高や川幅、堤防高をモデル化した。また、当該流域に複数存在する伏せ越しの流れを平面二次元で解析可能な手法を構築した。さらに、昭和53年から実施されている治水事業（三郷放水路（図-6）、綾瀬川放水路、水門や排水機場、首都圏外郭放水路など）をモデル化した。その他、調節池や調整池、田んぼダムの影響を考慮可能な初期モデルを構築した。

昭和33年9月の降雨ハイエトグラフを、流域平均雨量217mm/48hrの雨となるように変更し、流域全体に降水量を与えた。

5.4 結果と考察

図-7に、各支川の湛水量と累加雨量の比を示す。ここで、河道内・調整池・水田・田んぼダムの用排水路の貯留量、河川下流への排水量、他の支川流域への流出量を除く、各支川流域の堤内地に湛水している水量を湛水量とした。この比が大きいほど、浸水被害の危険度が大きいことを意味する。28河川の

うち、綾瀬川(2)、圀川(9)、青毛堀川(24)、中川(1)、新方川(15)では、特にこの比（湛水量／累加雨量）が大きい。特に市街化の進んでいる南側の流域において浸水被害大きい傾向となっている。

5.5 本節のまとめと今後の課題

中川・綾瀬川流域の分布型降雨流出氾濫解析モデルを開発し、浸水被害を受けやすい支川を示した。

この分布型モデルに、開発済みの浸水被害要因分離手法（小田ら，2024）を適用し、各支川の浸水被害要因の分析を行う必要がある。その結果を踏まえて、田んぼダムや耕作放棄地の活用、その他の治水対策を含めた流域治水対策の効果を総合的に比較すること、治水対策によりリスクが増加する地域の分析も合わせて行うことが重要である。

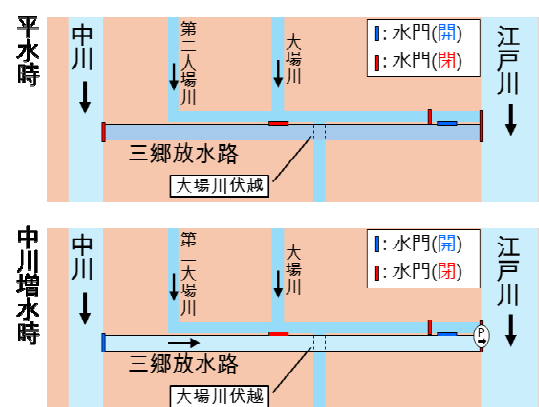


図-6 三郷放水路の概要

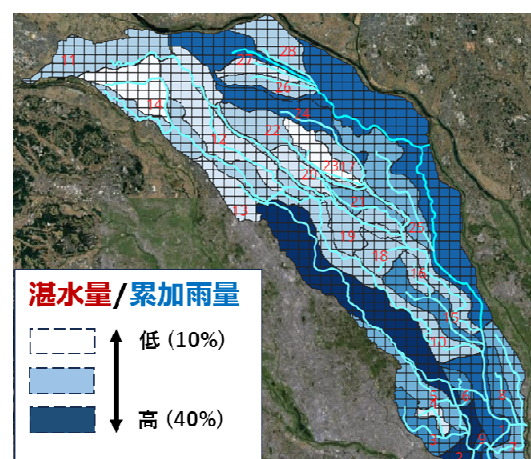


図-7 各支川流域における湛水量と累加雨量の比

6. 微地形と気象レーダデータを統合したリアルタイム浸水深推定技術の開発

6.1 本節の研究背景と目的

近年、台風や集中豪雨の増加に伴い、各地で多くの内水氾濫が生じている。これに対応すべく、国土交通省の国土技術政策総合研究所をはじめ、いくつかのリアルタイム浸水予測システムが開発されつつあるのが現状である。しかるに、多発する内水氾濫に対して、未だリアルタイムで浸水予測情報は少なくともマスメディアからは伝わってこない。一方で、県や市からは、避難所設立など、発災後の準備をするために、床上・床下浸水の被害領域がどの程度なのかに関する情報を、概略でも早い段階で収集したいというニーズがある。

そこで本研究では、埼玉大学に設置されている世界最新とよばれるマルチパラメータフェーズドレイ気象レーダ（以後、MP-PAWRとする）の30秒ごとに観測されている全天の雨滴分布を用いて、内水氾濫に特化した、リアルタイム浸水深推定技術を開発することを目的とする。特に、各地域特有の微地形の情報を積極的に取り込み、地域密着型の仕様とする。

6.2 微地形と浸水実績

内水氾濫が発生するような場所には微地形的な特徴がある。平野部によく見られる氾濫平野や後背湿地、台地と低地の境界に位置する支谷閉塞低地などである。一例として、図-8に自然堤防に囲まれた氾濫平野の例を示す。左図は、国土地理院の治水地形分類図に加筆したものであり、右図は、治水地形分類図に内水ハザードマップをGIS上で重ね合わせたものである。図より、比高3mのお盆状の微地形と浸水領域がよく対応していることがわかる。雨水は低いところへ流れて集まるので当然の結果ではあるが、浸水深を推定するためには、この2km四方の領域における総雨量と排水能力を知る必要がある。

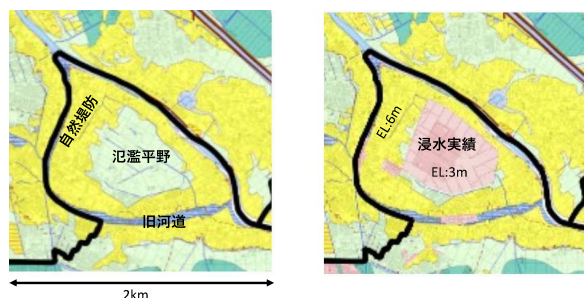


図-8 微地形と浸水実績の一例（国土地理院治水地形分類図と越谷市内水ハザードマップを使用）

6.3 2023年6月の越谷市周辺での内水氾濫

2023年6月の越谷市周辺での内水氾濫を対象として、浸水深推定のプロトタイプを作成した。

はじめに、越谷市の内水ハザードマップと2023年6月の浸水実績を比較した。その結果、ハザードマップの領域よりも広い範囲で浸水が生じていたことが確認された。そこで、2023年6月2日0時から6月3日24時のMP-PAWRデータを、市販のArc-GIS内の洪水シミュレーションへ入力し、1時間ごとの浸水領域を求めた。一例として、時間降雨量のピークとなった6月3日1時時点の浸水シミュレーション結果を図-9に示す。なお、浸水実績は、越谷市内のものであり、隣接する松伏町等の実績は含まれていない。局所的な降雨量の時間変化や、排水能力については未検討な段階であるが、浸水実績と、右図で色の濃い浸水深が大きい箇所は概ね対応している。

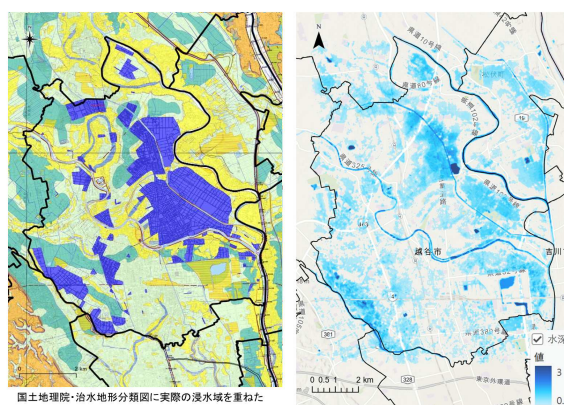


図-9 MP-PAWRデータを用いた浸水シミュレーション結果（右）と同領域の浸水実績（左）の比較

6.4 対象領域全体としての排水能力

都市化された地域では、下水道等の都市インフラが整備されているため、浸水深を推定するためには、総雨量だけではなく、どの程度排水されたかを知る必要がある。本研究では、局所的に集水域を構成している微地形領域を抽出し、下水道設備など複雑化している都市インフラの情報をすべて取り込むのではなく、MP-PAWRから算出された総雨量と、実測された浸水深との関係を調べ、総雨量がその領域に溜まった場合との差を算出することによって、「対象領域全体としての排水能力」として評価する。

越谷市では、2023年の浸水被害を受けたことを受けて、市内の要所要所に浸水センサを設置している。市との協力関係を築くことにより、対象とした領域における情報がリアルタイムで得られるならば、MP-PAWRのリアルタイムデータとの統合により、迅速な浸水深推定技術へと向上させていくことが可能

である。

7. UAV3次元モデルを用いた橋梁周辺の地形変動の定量評価手法

7.1 本節の研究背景と目的

近年、地球温暖化の影響により、世界各地で集中豪雨や洪水の頻度が増加しており、それに伴い橋梁構造物への被害も顕著になっている。特に洪水に伴う橋台や橋脚周辺の洗掘は、構造的安定性を著しく損ない、橋梁と周辺道路と切断される要因にもなる。従来、災害時の橋梁被害の評価は、図-10に示すように、応急点検と詳細調査という二段階のプロセスに依存してきた。しかしながら、このような手法は、現地へのアクセス制限や専門技術者の不足などにより、初動対応が遅延するという課題があった。

7.2 ケニア洪水による橋梁被害

2024年ケニアでは異常気象による大規模な豪雨が発生し、各地で深刻な洪水災害が発生した。特に複数の橋梁において甚大な構造被害が報告されており、その中でも以前著者らが調査されていたSabaki橋、図-11に示すように、およびThwake橋の被害もあった。

7.3 UAVを用いた調査と被害の定量評価

Sabaki橋では、洪水後にUAVを用いたビデオ撮影が実施され、SfMにより高精度な三次元モデルが構築された。これにより、作成されたオルソフォトと衛星写真との比較を通じて、図-12に示すように、洗掘による地表の変化を面積的に定量評価することが可能となった。

Thwake Bridgeでは、2022年の洪水で橋台背面の土が洗掘され、その状況を記録するためにUAV撮影が行われ、図-13に示す3Dモデルとしてアーカイブされた。2024年では補修が実施されてから洪水を経験し、その後でUAV撮影を実施した。両者の比較により、洪水前後の堤防の変化を図-14のようにDEMの差分により比較することが成功した。



図-11 Sabaki Bridge被害前後の比較



図-12 Sabaki Bridgeの洗掘面積の抽出



図-13 Thwake Bridge2022年(上)と2024年(下)

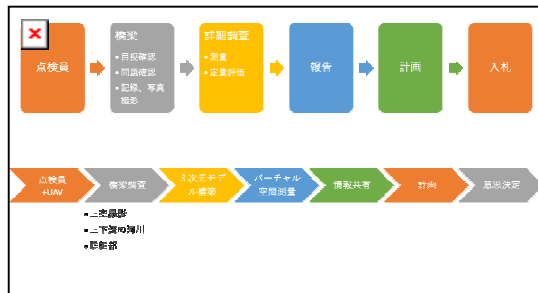


図-10 従来の被害調査(上)と提案手法(下)の概要

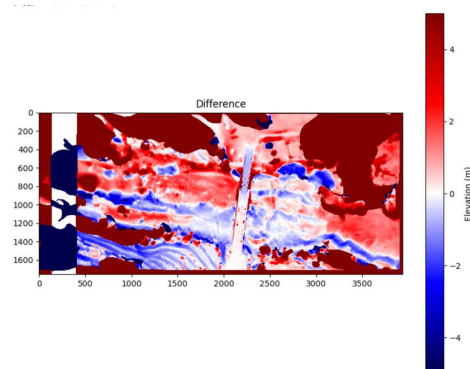


図-14 Thwake Bridge DEMの差分

8. 斜面の変位速度のふらつきによる崩壊予兆検知

8.1 斜面崩壊の予兆検知

主に降雨による斜面の表層崩壊の予兆を検知するために、表層に挿した鋼棒の微小な傾斜変位をセンサで連続的に測定し、異常を検知する技術を開発している。図-15に例示するように、斜面は突然崩壊するのではなく、崩壊までの過程で数日～数時間かけて微小だが継続的で加速的な傾斜変位が見られる。これをセンサを用いて早期に捉えて、何らかの判断基準の下に早期警報を出す仕組みを考えている。

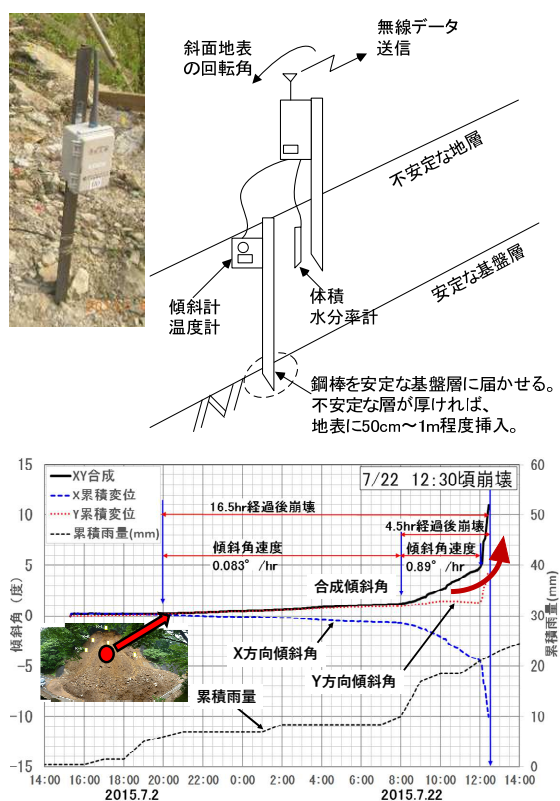


図-15 斜面表層の傾斜変位センサと崩壊前の典型的な挙動

8.2 変位速度のふらつきに注目した予兆検知

本研究では、この微小な変位の進み具合から、どのような基準で崩壊の切迫度を評価し、警報を出すべきか、模型実験や実斜面の計測データを分析して検討した。斜面の崩壊予測に関しては、「変位速度の逆数と崩壊までの残余時間が比例して減少する」という経験則があり、速度逆数法としてよく使われている。数理的には、各時点での速度と時間の関係であるから、比較的短い区間の時間、例えば「崩壊の1時間前の数分間」の速度の変化だけを見て、以後

の崩壊までの推移を予測することができる。実際には、変位の進行には、表層地盤の不均一性や雨の降り方の変化など、様々なノイズ要因のため、図-16のように崩壊予測時間は大きく変動する。しかし、崩壊が近づくと、崩壊予測時間がぶれなくなり、速度逆数法のモデルに沿った挙動になることを本研究で見いだした。これにより、斜面表層が崩壊の最終段階に入った切迫した状況である事を検知できる可能性がある。

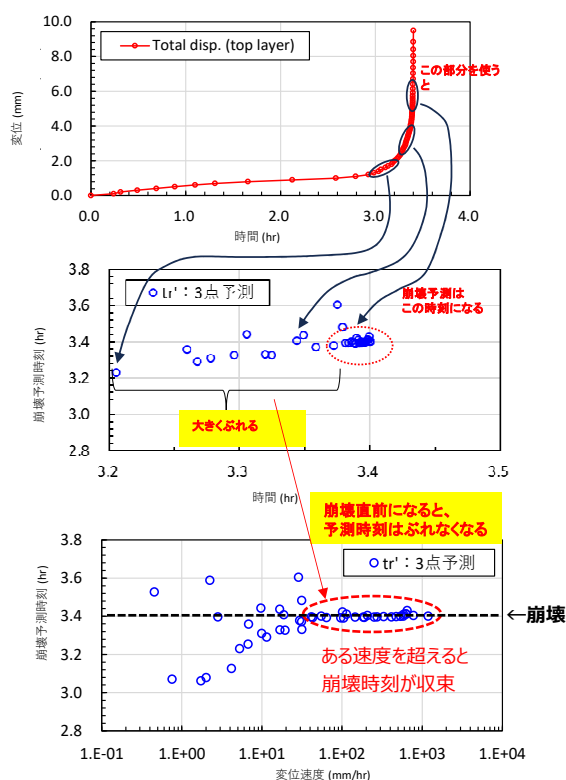


図-16 速度逆数法による崩壊時間の予測のぶれと切迫した状態の検知

9. さいたま市在住ネパール人の災害意識と災害情報伝達の課題

9.1 本節の研究背景と目的

日本では地震や台風などの自然災害が頻発し、外国人住民も被災リスクにさらされている。図-17のように、2023年には外国人住民数が300万人を超え（Statistics Bureau of Japan (2024)）、今後さらに増加が見込まれる（Ministry of Foreign Affairs of Japan (2024)）。言語の壁だけでなく、文化的背景や地域社会とのつながりの不足が災害対応を困難にしている。2024年の能登半島地震でも、避難所で食事が合わない、避難経路が分からないといった問題が報

告された（Piao et al. (2024)）。本研究は、さいたま市在住のネパール人住民に焦点を当て、その災害意識と備えを調査し、地域レジリエンス向上に資する知見を得ることを目的とする。

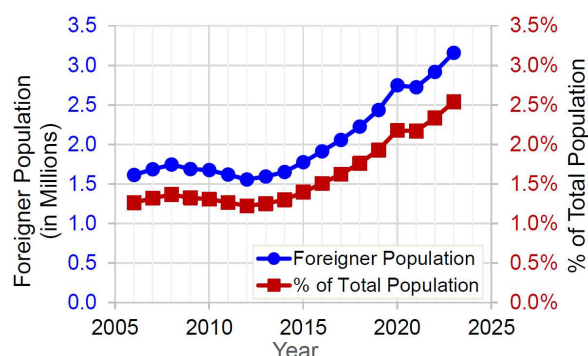


図-17 日本における外国人人口

9.2 方法

2024年9月から10月にかけて、さいたま市に在住する15歳以上のネパール人住民1,663名を対象にアンケート調査を実施した。質問は32問で構成し、日本語・英語・ネパール語で回答可能とした。郵送およびオンラインで回答を受け付け、191件の有効回答を得た（回答率11.5%）。さらに、2024年11月にはワークショップを開催し、住民が災害時に直面する課題や改善策を議論した（写真-2）。

9.3 結果

アンケートの結果、避難所の場所を知らない住民は65%、避難経路を把握していない住民は64%、災害訓練に参加したことがない住民は91%に上った。また、82%が自治体から防災情報を受け取っていないと回答した。避難所においては、宗教的配慮の欠如が滞在継続の障害になることも示された。ワークショップでは、多言語での情報発信、地図アプリを活用した避難案内、文化的背景を踏まえた避難所運営、地域住民との交流促進が重要な改善策として挙げられた。

9.4 本節の結論

本研究は、さいたま市在住ネパール人住民の災害意識と備えに多くの課題が存在することを示した。言語や文化の多様性を踏まえた情報提供と、地域社会との関係性構築が不可欠である。今後は、アンケートとワークショップで得られた提案を行政施策に反映させることが、地域レジリエンスを高める上で重要となる。



写真-2 2024年11月に実施したワークショップの様子

10. おわりに

本研究は、災害時における行政の意思決定を支援する情報可視化アプローチを構築することを目的に、衛星・SNS・ビッグデータ・地理空間情報等を活用した被害把握や予測、避難支援に加え、外国人への情報伝達を対象とし、防災DXを通じて地域防災力向上に資する知見を提示した。今後は、研究開発した技術の精度検証と具体的な利用に向けた実証を重ねていく予定である。

謝 辞

本研究は令和6・7年度京都大学防災研究所地域防災実践型共同研究（特定）課題番号2024RS-01研究課題「防災DX時代における行政の意思決定を支援するための新たな情報可視化アプローチの開発と実践」の成果による。本研究の遂行に際し、京都大学防災研究所の畑山満則教授ならびに廣井慧准教授より、多くの貴重なご助言を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 小田竜生，田中規夫，五十嵐善哉（2024）：内水・外水氾濫と土砂災害が発生した流域の災害要因分離が可能な分布型モデルの構築，土木学会論文集，80(16)，23-16011.
- 小内亮，田中規夫，伏見健吾，五十嵐善哉（2021）：破堤点の相違による氾濫特性を考慮した避難解析にもとづく地域に適した避難手法分類，土木学会論文集 B1 (水工学)，77.2: I_1513-I_1518.
- 藤野晃慈，五十嵐善哉，田中規夫，小内亮（2025）：

浸水情報による目的地の変更を考慮した避難解析手法の構築と洪水時の安全避難に関する検討, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 81, No. 16, 24-16213.

Ministry of Foreign Affairs of Japan (2024): Specified Skilled Worker Program

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/ca/fna/ssw/us/>

Piao, M., Kondo, A., Qian, H. (2024): Factors related to

immigrants' disaster preparedness: A scoping review, Health Emergency and Disaster Nursing, DOI: <https://doi.org/10.24298/hedn.2023-0008>.

Statistics Bureau of Japan (2024): Population Stats.

<https://www.stat.go.jp/english/data/jinsui/2.html>