

浸水状況把握のリアルタイム化に関する研究（第3年次）

実施期間	平成29年度～令和元年度
地理地殻活動研究センター	
地理情報解析研究室	岩橋 純子 大野 裕幸 中埜 貴元

1. はじめに

本研究は、水害発生時に浸水の状況を迅速に把握し、避難誘導や排水計画の立案等の対策に役立てるために実施した。①浸水状況のリアルタイム把握のためのシステム開発（遅くとも撮影から1時間以内に浸水到達位置を計測する検出器の作成）、②昼夜問わないデータ取得に向けた足がかり（夜間の浸水範囲特定に有効なセンサの性能試験と要件とりまとめの実施）、③精度の高い湛水量の把握（撮影から4時間以内に浸水面積および湛水量を算出）を研究の柱としており、最終年度である令和元年度は③を行った。

2. 研究内容

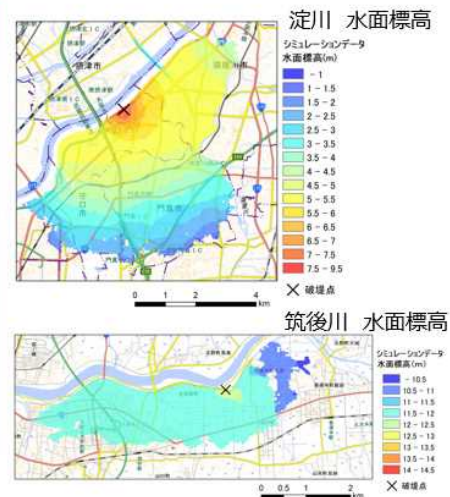
洪水時の河川氾濫による湛水量（浸水体積）を、浸水領域の外周点のGISデータ（浸水の水際的位置を示す点群）と基盤地図情報のDEMから自動計算して求める手法について考察した。洪水時の湛水量の計算方法の検証は一般に難しい。水際的位置を取得するソースとなる空撮画像は、ある時点でのスナップショットだが、空撮画像撮影と同時刻での湛水量の実測値は無いからである。そこで「国土交通省地点別浸水シミュレーション検索システム（浸水ナビ）」で公開されている浸水シミュレーションデータから計算した湛水量を正解値として、複数の計算手法による湛水量計算結果の精度を検証することとした。

湛水量は、水際的位置に相当する浸水領域の外周点のみを用いて数パターンの手法で水面標高を計算し、それと基盤地図情報の5mメッシュ標高との差分によって求めた。湛水量算出の検証に用いた浸水シミュレーションデータや水面作成の計算手法は図-1の通りである。約25mメッシュのシミュレーションデータ全点の水面標高を、GIS上でTIN法により補間して5mメッシュの水面標高ラスタを作成し、基盤地図情報標高タイルから内挿補間した5mメッシュ標高データ（以下「5mDEM」という。）との差分により浸水深を求め、湛水量を計算・比較した。

なお補足として、平成30年7月豪雨の際の倉敷市真備町の浸水範囲を手作業で描画したポリゴンデータを用いて、急斜面と水際の接地等による誤差の修正方法についても検討した。例えば空撮画像や衛星画像を判読して手作業で描かれた浸水範囲のポリゴンを湛水量算出に利用する場合では、水際の描画位置のずれや、堤防や土手のような急斜面と水際の接地等で、誤った標高値を水際点に与えてしまうケースが考えられるからである。

正解データ

河川名	淀川	筑後川
破堤点番号 (所在地)	BP045 (大阪府守口市佐太西町)	BP263 (福岡県久留米市太郎原町)
破堤後経過 時間	540分 (9時間)	300分 (5時間)
湛水量	約4900万 m^3	約1300万 m^3
水面の特徴	全体が大きな動水勾配 (流れていて傾いている 状態) を持つ	西半分は静水面に近い
データ提供	近畿地方整備局淀川 河川事務所	九州地方整備局筑後川 河川事務所



水際の点（標高付き）を用いた水面作成の計算手法

- ◆一次傾向面（傾いた平面）
- ◆Natural Neighbor面（曲面）
- 平均値の水平面
- 最低値の水平面
- 中央値の水平面
- ◆傾きのある水面にも対応可能



図-1 湛水量算出に用いた浸水シミュレーションデータおよび水面作成の計算手法

3. 結果

水面標高の計算手法が結果に与える影響について、次のことがわかった。

(1) 浸水領域外周の標高点群を全て用いる場合

- ・Natural Neighbor 法を用いた内挿補間を用いると、一次傾向面を用いたケースや、点群標高の平均値・最低値・中央値による水平面を水面標高としたケースより正解値に近い湛水量となった。
- ・水平面を用いたケースの中では、平均値による手法が比較的良かった。

(2) 浸水領域外周の標高点を一部しか与えない場合

- ・傾いた水面については、内挿補間による水面を使えないため水面標高の生成は難しく、また、一次傾向面を用いたケースの誤差が非常に大きくなった。
- ・点群標高の平均値・最低値・中央値による水平面を比較すると、比較的安定した結果が得られるのは平均値による水平面であった。

これらの詳細な結果については岩橋ほか（2020）を参照されたい。図-2は、大きな動水勾配が見られる淀川 BP045 のシミュレーションデータについて、外周点（全点）からの推定による水面を異なる計算手法で作成し、断面図を図示したものである。これを見ると、浸水領域外周の標高点群の位置ずれが全く無いという前提の下ではあるが、Natural Neighbor 法による水面がシミュレーションデータの水面とよく合っていることがわかる。

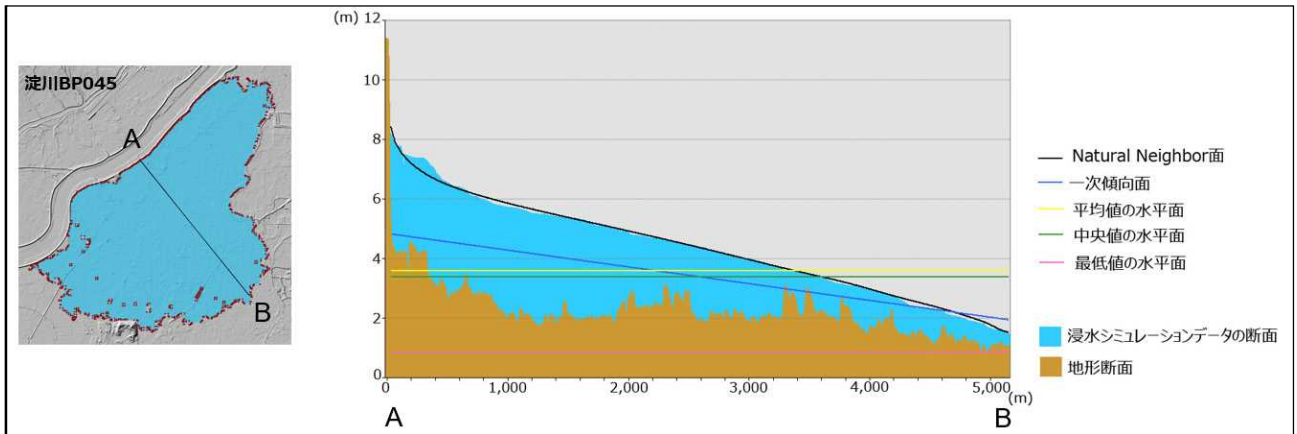


図-2 淀川 BP045 のシミュレーションデータと外周点（全点）からの推定による水面の断面図

また、浸水範囲を手作業で描画したデータを用いた場合の位置ずれの影響（主として急勾配の線状盛土との接地によるもの）を除外する方法について補足的に検討したところ、隣接点間の移動平均からの偏差によって外れ値を識別・除外するのが有効であった。

以上をまとめた水面標高の最適な推定方法は図-3 の通りである。

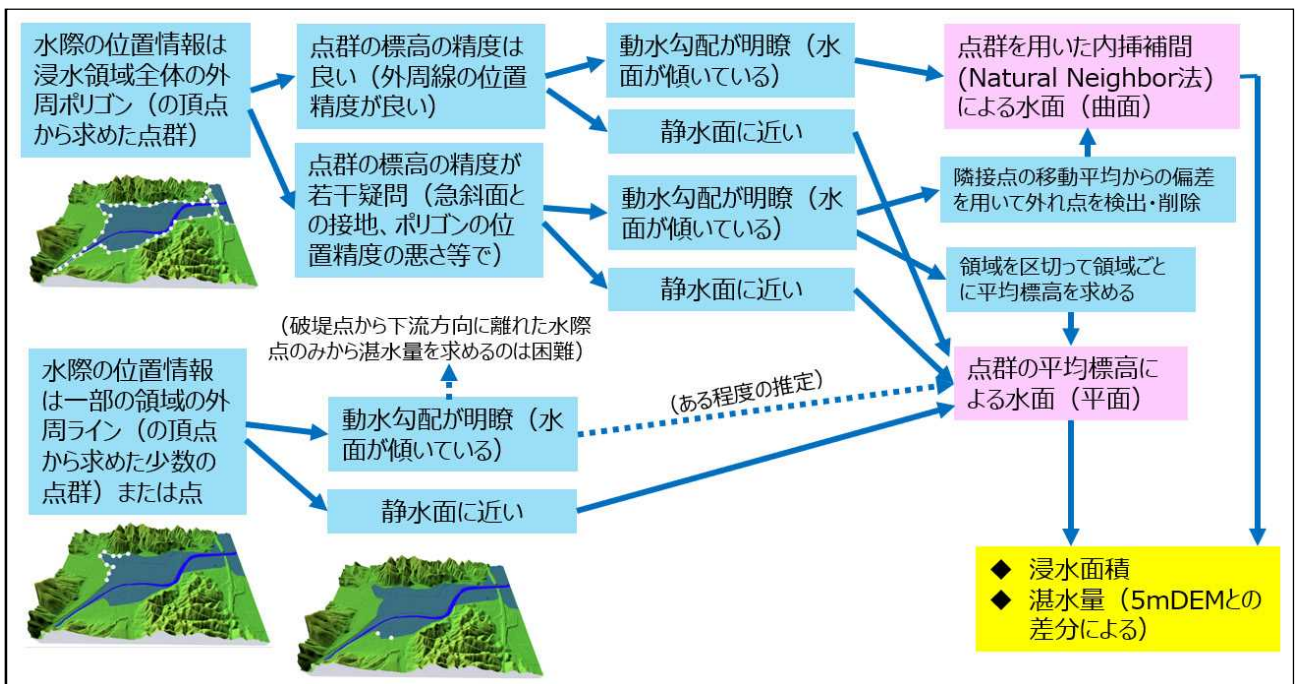


図-3 浸水シミュレーションデータ等を用いた検討結果から求められた水面標高の最適な推定方法

※水際点に 5mDEM から標高値を与えて水面標高のラスタデータを得る事を想定

4. 湛水量計算システム

図-3 で示される工程を元に、個別の作業に想定される様々な水際の位置情報の入力に対応し、ダイアログボックスで動作し、レポート作成、GIS データ出力までを一括サポートする作業用の湛水量計算プログラムを作成した（図-4）。これは QGIS3.4 のプラグインとして動作するもので、地理院地図標高タイルから自動的に 5mDEM を作成する機能を持ち、点、ポリゴン、ラインと様々な入力データに

対応でき、浸水推定図を含むレポート等を出力することが可能である。最近の浸水推定図で使われている手法(吉田,2019)についてもカバーしているほか、水際位置のポリゴン・ラインデータの利用や、オプションとして浸水面積に手入力した浸水深を乗算して算出する機能を含む。

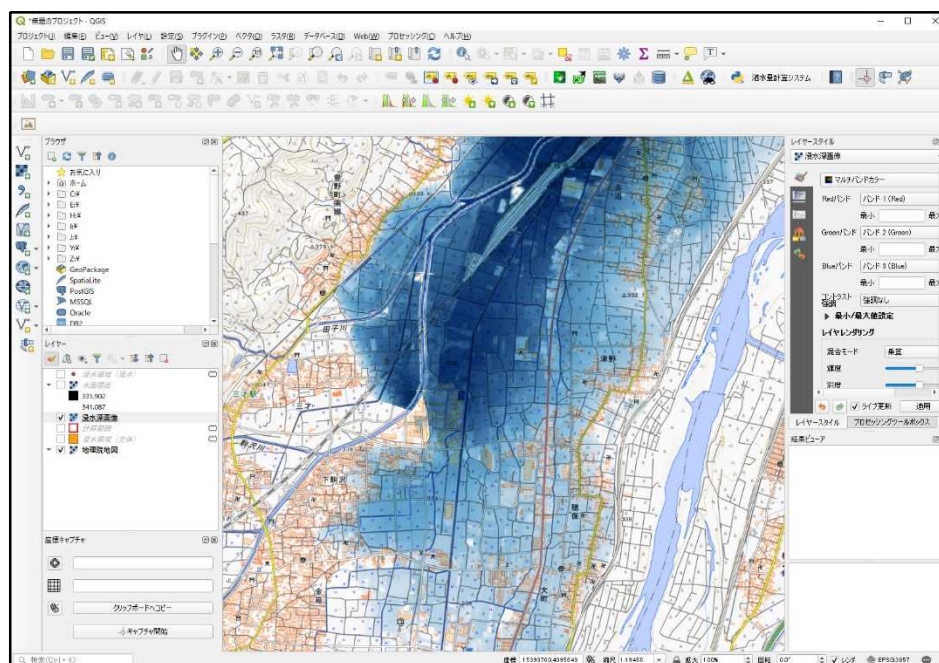


図4 湛水量計算システムの画面（※実際の浸水推定ではなく、テストデータを用いたイメージ）

5. 結論

本研究では、本年度は 1. はじめに述べた③について、国土交通省の浸水シミュレーションデータを利用して様々なケースについて検証を行い、最適な手順をまとめるとともに作業量の大幅な軽減につながるプログラムを構築し応用地理部に提供した。なお、①浸水状況のリアルタイム把握のためのシステム開発では、防災ヘリの斜め画像を用いた迅速な浸水状況把握のための実用システムの開発を行い、機械学習の一分野である深層学習を取り入れることによって、平成 27 年 9 月関東・東北豪雨の際の常総市の水害のように防災ヘリ 1 機による撮影の状況であれば撮影後 30 秒で浸水範囲を検出し、地図上に投影することにすでに成功している。②昼夜問わないデータ取得に向けた足がかりでは、観測実験の結果を受けて、夜間の浸水状況把握に超高感度カメラが実用的であることを、推奨スペックや撮影条件と共に明らかにした。以上のことから、本研究の当初目標は概ね達成されたといえる。

謝辞

浸水シミュレーションデータは近畿地方整備局淀川河川事務所および九州地方整備局筑後川河川事務所から提供を受けた。湛水量計算システムの作成にあたっては、浸水分科会を通じ応用地理部担当者のご協力を頂いた。

参考文献

岩橋純子, 中埜貴元, 大野裕幸 (2020) : 洪水氾濫時の湛水量をどう計算するか? -浸水シミュレーションデータを用いた検証例-, 国土地理院時報, 巻号未定.

吉田一希 (2019) : 平成 30 年 7 月豪雨における浸水推定段彩図の作成, 国土地理院時報, 132, 17-21.