

過去の地形図を用いた氾濫解析

岐阜大学工学部

学生会員 ○井端 豊

岐阜大学流域圏科学研究センター

正会員 児島利治

1. 背景と目的

岐阜は歴史的に水害の多い土地である。様々な対策が施されてきたものの、十分とは言えず、温暖化の影響などによる洪水リスクの増大も予想されている。現在、氾濫原においては旧河道のマップが公開されており、ハザードマップとともに地域住民の防災意識の向上に役立てられている。しかし、単なるマップでは、被災状況のイメージ化に限界がある。本研究では、過去の被災状況のイメージ化を補助する情報として、明治時代の地形図を用いた氾濫解析を行うことを目的とする。過去の災害の状況を動画で再現することにより、単なるマップよりも防災意識の向上に寄与できると考えられる。

2. 手法

本研究では、長良川の旧河道である古川、古古川を中心とする岐阜市の長良川と伊自良川、鳥羽川、板屋川に囲まれた平野部を解析対象とする。本研究では、明治24年測量の岐阜の二万分の一地形図より過去の地形情報、土地利用情報を取得した。氾濫解析には、非定常平面2次元流計算による氾濫計算を行うことができるiRIC Nays2D Flood¹⁾を用いた。

2.1. 地形の設定と標高データの作成

氾濫解析には地形のデータが必要だが、現代のDEMのようなものは明治時代には存在しない。そこで、地形図から読み取ることができる標高値、すなわち等高線と基準点、堤防の比高を地形図からArcGISを用いて抽出した。地形情報は河川と堤防を設定した(図1)。

次にFortranを用いて地形情報に応じて標高値を補間することにより、当時の標高データを作成した(図2)。補間の手順を以下に示す。

- 1) 等高線、基準点、比高の値を初期値として入力する。
- 2) そのグリッドに初期値が存在するならばその値を、存在しないならば周囲の平均値を入力するというのを繰り返す。収束したら終了とする。これを補間方法とする。
- 3) 河川の標高値補間を行う。流路を確保するため標高値の補間結果を1m下げる。古川、古古川は平常時には水が流れていないことを考慮し、0.5m下げる。
- 4) 全体の標高値補間を行う。
- 5) 堤防を比高の値で補間する。堤防上の初期値は比高と基準点が存在する。基準点の標高値から4)で作成した標高値を引いた値を基準点上の初期値とする。
- 6) そのグリッドが河川であれば3)の標高値を、そうでなければ4)の標高値を入力、堤防であれば

4)の標高値に5)の比高を足す。

2.2. ハイドログラフの設定

過去の災害のハイドログラフの推定は難しいため、本研究では以下の手順で入力ハイドログラフを設定した²⁾。

- 1) 合理式を用いてピーク流量を設定する。集水域面積は現代のDEMから算出する。長良川のピーク流量が明治20年時の計画高水流量4170m³/s程になるように係数と降水量を調節する³⁾。
- 2) 現代の流路長と平均流路勾配から洪水到達時間の式を用いてピーク流量の到達時間を設定する。長良川では洪水到達時間が20時間となり計算量が膨大になってしまうため、本研究では他の3河川と同程度になるように設定した。
- 3) 2)で設定した到達時間にピーク流量が到達するように逓減曲線の式の係数を調整する。

2.3. 水害概況図との比較

岐阜県海津町歴史民俗資料館蔵の明治29年7月岐阜県水害概況図(図4)とiRICによる氾濫解析結果を比較する。文献調査から、大垣地点での浸水深を3m(九尺〜一丈三、四尺)⁴⁾、浸水していない地点の浸水深を0mとして、概況図のスキャン画像から出力したRGB画像を用いて重回帰分析を行い、大まかな浸水深分布を推定する。次に乱数を用いて河川や堤防などを除外した数点の結果を抽出、比較を行い、傾きと残差の和の平均で評価する。

2.4. 計算条件の設定

粗度係数は、河川部分は0.03、その他は0.06とした。建物占有率は、住宅街は0.5、そのほかを0とした。境界条件は南端が流出、他方向が流入である。東端から長良川、北端から鳥羽川と伊自良川、西端から板屋川が流入する。

3. 計算結果

格子サイズを10m、計算時間ステップを0.05秒として18時間の計算を行った。図5は最大浸水深の分布である。2.3で述べた手法による浸水深の比較結果が図6である。横軸が概況図(図4)からの推定結果、縦軸がiRICの計算結果である。近似直線の傾きが0.59、残差の和の平均が0.71である。

4. 考察

破堤箇所を設定していないので氾濫は越流によるものだけである。そのため、計算結果が全体的には小さい値となっていると考えられる。図4の赤い点が破堤箇所の記録である。破堤を考慮した解析結果は、発表時に示す。

本研究の方法では河道形状がわからず、流路断面の形状は河川幅や堤防の高さに依存する。そのため、

堤防のないところでは簡単に氾濫してしまう。地形図西側部分や北東部で浅い浸水深が広がっているのはそのためである。

5. 結論

過去の被災状況を視覚的にイメージできる動画を作成することができた。地域住民の防災意識の向上に寄与できると思われる。しかし、本解析結果では、水害概況図と異なる点もいくつか見受けられる。原因としては破堤箇所が未入力であること、入力ハイドログラフが仮定のものであること、河川の断面形状が正確で無いことなどが考えられる。

入力ハイドログラフに関しては、氾濫解析の結果から、過去の災害の流量を逆解析できる可能性がある。このような過去の災害の再現により、過去の土地利用状況、地形状況と洪水流量との関係を把握し、土地利用、土地被覆の改変による将来の洪水災害の変化の予測に寄与できると考える。

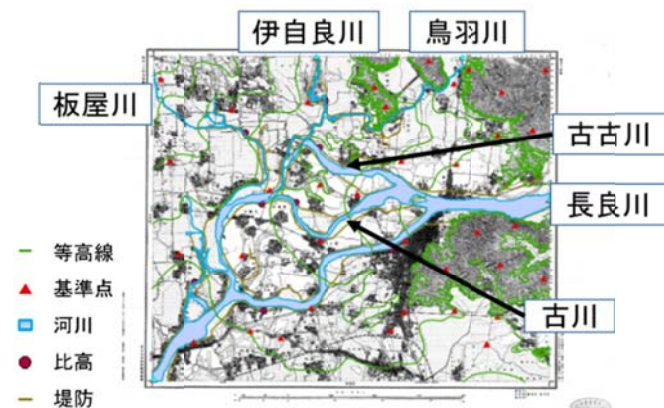


図1. 入力した地形情報と河川名

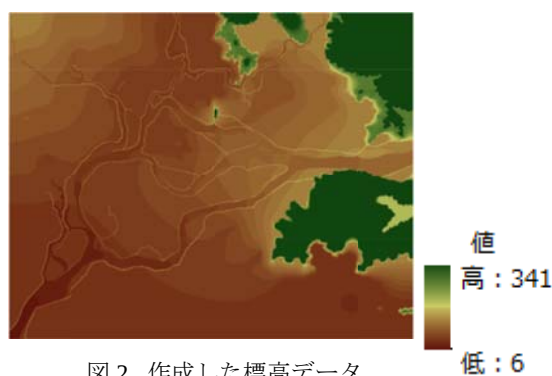


図2. 作成した標高データ

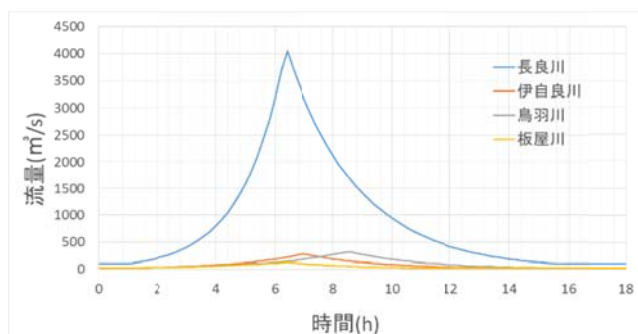


図3. 作成したハイドログラフ



図4. 明治29年7月水害概況図の一部

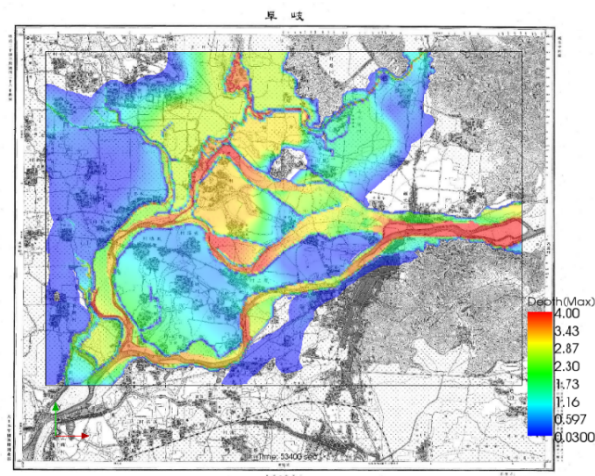


図5. 最大浸水深

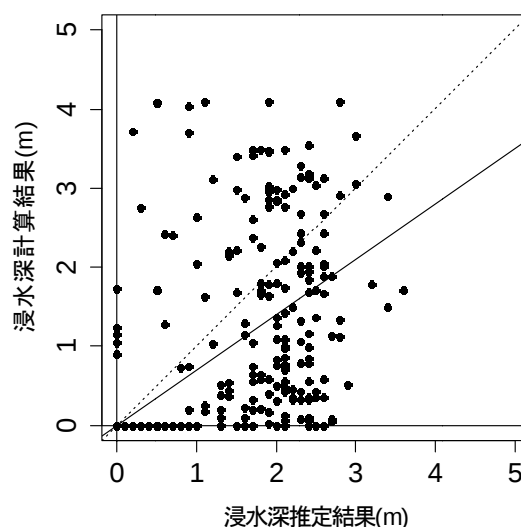


図6. 推定結果と計算結果の比較

参考文献

- 1) 清水康行ほか：iRIC Software Nays2DFlood Solver Manual, 2014.
- 2) 川合茂, 和田清, 神田佳一, 鈴木正人：河川工学, pp. 39-43, コロナ社, 2012.
- 3) 国土交通省中部地方整備局：木曽川水系河川整備計画, 2008.
<http://www.cbr.mlit.go.jp/kisokaryu/kisosansen-plan/genan/kisogawa_henkou.pdf>
- 4) 岐阜県編集：岐阜県史 通史編 近代下, pp. 1078-1083, 巖南堂書店, 1972.