

降水量と河川水位の関係の可視化

田中悠来 (指導教員: 伊藤貴之)

1. はじめに

降水量の時間変化と河川水位の時間変化は密接に関係している。そのため、降水量の時間変化の観察は河川水位の予測する際に重要な要素となる。本研究では、河川の上流で降水量が増加してから下流で水位が上昇するまでの時間差を可視化する一手法を提案する。本手法では、画面の縦方向で河川の上流から下流への流れを、横方向で支流などの接続構造を模したグラフを構成する。そのノードとなる観測所に降水量と河川水位のデータをプロットした二色塗り分けスパークラインを配置することで、両者の数値変化を比較しやすくする。

2. 関連研究

2種類に分けて関連研究を紹介する。1つ目は降水量と河川水位のデータを地図上に可視化する手法の研究である。八木ら[1]および Ibrahim ら[2]は、地図上で、各観測地点における詳細情報を適切に配置することで、多数の観測所からなる数値情報を、地理的特徴を保持しつつ、観察することが可能であることを示した。しかし、この手法では地点の位置関係は可視化されるものの、上流から下流への河川の流れや、支流から本流への合流に沿った情報を視覚的に捉えづらい。

2つ目は二色塗り分けスパークラインに関する研究である。斎藤ら[3]は二色擬似カラー表示を用いて、二色の離散色で上部と下部を塗り分けることで、従来の折れ線グラフ等と比べてより狭いスペースでデータの変化の読み取り精度を向上させることが可能であることを示した。また、星谷ら[4]によって、気象データへの適用も有効であると示されている。また、擬似カラーのスケールとして、各色が示す値の幅が一定で読み取り精度も一定の線形スケール表示と、少ない色数で広い数値幅に対応できる Log スケールの2種類を目的に応じて使いわけている。

3. 提案手法

3.1. 降水量データの補間

一般的に降水量と河川水位は異なる位置で計測される。そこで、河川水位観測地点における降水量を補間により求める。具体的には、3箇所

の降水量観測地点 p_0, p_1, p_2 に囲まれた河川水位

観測地点 p における降水量を、線形補間で求める。降水量観測地点 p_0, p_1, p_2 における既知の降水量の各値を C_0, C_1, C_2 とおく。それらに囲まれたある点 p の局所座標系上での位置座標 u_p, v_p を以下のように求める。

$$p = p_0 + u_p(p_1 - p_0) + v_p(p_2 - p_0)$$

点 p における降水量 C を、3角形要素内の線形補間を利用して、以下の式で求める。

$$C = C_0 + u_p(C_1 - C_0) + v_p(C_2 - C_0)$$

3.2. 二色塗り分けスパークライン

河川水位観測地点における河川水位データと、補間で求めた降水量データの表示方法として、本研究では二色擬似カラー表示(図1参照)を採用する。連続色による擬似カラーを使用することで、データの時間変化の読み取りが容易になる。河川水位データには、各色が示す値の幅が一定で読み取り精度も一定の線形スケール表示を、降水量データには少ない色数で広い数値幅に対応できる Log スケールを適用する。なお我々の実装では5色を採用する。

河川水位データの線形スケールは以下のように定義する。ある地点における7日間にわたる河川水位データのうちの最小値を w_{min} 、最大値を w_{max} とし、以上の式によって数値区間の境界 $w_0 \sim w_4$ を設定する。

$$w_0 = w_{min}, w_4 = w_{max}$$
$$w_{(i+1)} = w_i + t (i = 1, 2, 3)$$
$$t = \frac{(w_{max} - w_{min})}{4}$$

また、 $[w_m, w_{m+1}]$ に割り当てられた色を C_m とする。ここで、 w_4 以上の範囲に割り当てられた色を C_5 とする。ある地点の任意の時刻の値 w が $[w_m, w_{m+1}]$ の範囲にあるとき、上部 $\frac{w_{m+1}-w}{t}$ を色 C_{m+1} で、下部 $\frac{w-w_m}{t}$ を色 C_m で塗り分ける。

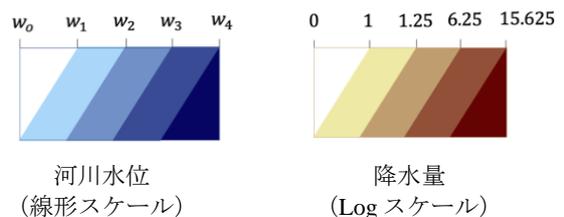


図1 二色塗り分けスパークラインのカラースケール

4. 実行結果

4.1. 使用したデータ

本章では、2022年8月1日から7日までにかけて、気象庁によって新潟県43箇所、長野県46箇所の計89箇所において観測された1時間ごとの降水量データおよび、河川事務局によって信濃川水系において観測された1時間ごとの河川水位データを適用した結果を示す。

降水量の補間のために、2022年8月時点で1時間ごとに降水量を観測している新潟県43箇所、長野県46箇所の計89箇所に対して、各地点における緯度と経度を座標に設定して、ドロネー三角分割(図2参照)を適用した。三角形を構成する降水量観測地点 p_0 , p_1 , p_2 に囲まれた河川水位観測地点 p における降水量を、線形補間で求めた。

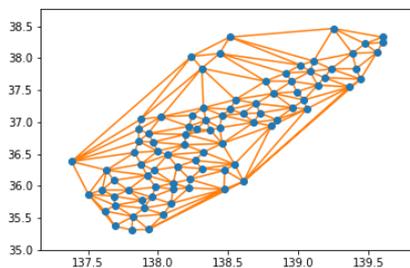


図2 降水量観測地点89箇所のドロネー三角分割

4.2. 二色塗り分けスパークライン

例として、新潟県の信濃川水系内の臼井橋で観測されたデータを二色塗り分けスパークラインで表示する。上部が降水量データ、下部が河川水位データを示している(図3参照)。

色が濃くなっている段階において、データの数値が極端に上昇していることがわかるので、この二色塗り分けスパークラインより、臼井橋において、降水量が増加してから水位が上昇するまでに時間差が発生していることが読み取れる。

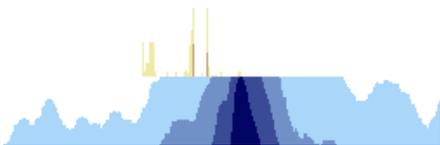


図3 臼井橋における二色塗り分けスパークライン

4.3. スパークラインの配置

計89箇所の降水量データと河川水位データを描画した二色塗り分けスパークラインを、河川の流れて沿って配置する。ここで、

- ・ 河川本流に設置された観測所におけるデータのみを表示する、
- ・ 全観測所におけるデータを表示する

の2つのモードをユーザが選択可能とする。これにより表示する情報量を調整することで、ユーザが求める情報を適切に読み取ることができる。

今回の信濃川における降水量と河川水位のデータの関係性の可視化によって、

- ・ 下流になるにつれて、一旦河川水位が上昇した後、水位が低下するまでに時間がかかる傾向にある。
- ・ 信濃川本流においては、降水量が増加してから、河川水位が上昇するまでに時間差が発生する傾向にあるものの、支流である魚野川(登川)と三国川においては、その時間差が殆ど確認されない。

これらの情報を読み取ることができる(付録参照)。

5. まとめと今後の課題

本研究では、河川水位の観測地点における降水量を補間により求め、それらの地点における河川水位と降水量を二色塗り分けスパークラインで描画し、河川の流れて沿って配置する可視化手法を提案した。この手法により、多数の観測所における河川水位と降水量の時間変化の関係を観察しやすくする。

今後の予定として、ユーザがより細かく情報量を調整可能にするための手段として、近隣観測所間で数値の類似度が高い場合は、そのうちの1箇所のみの表示を検討する余地がある。

本研究の最終的な目標として、観測された過去のデータをもとにして、雨がおさまっても水位が下がるのに時間がかかる地点を示すなどの形で洪水の可能性予測を支援する可視化システムの開発を検討している。

謝辞

本研究にあたり気象データの取り扱い方や気象現象について多くのアドバイスをいただいた神山翼先生に感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 八木佐也香, 伊藤貴之, 黒川真由美, 伊豆裕一, 米山貴久, 小原隆志, “地図上の水防災データ可視化における画面配置と詳細度制御”, 第25回人工知能学会全国大会, 2011.
- [2] Ibrahim Demir, Witold F. Krajewski, “Towards an integrated Flood Information System: Centralized data access, analysis, and visualization”, Environmental Modelling & Software, Vol. 50, Pages 77-84, 2013.
- [3] Takafumi Saito, et al., “Two-Tone Pseudo Coloring: Compact Visualization for One-Dimensional Data”, IEEE Symposium on Information Visualization., 2005.
- [4] 星谷有香, 山本光義, 斎藤博貴, 斎藤隆文, 宮本(中村)浩子, “二色塗り分け法による大規模気象観測データの可視化”, 第67回情報処理学会全国大会, 217-218, 2005.

(付録)

左図 信濃川本流に設置された観測所におけるデータのみ

右図 全観測所におけるデータと観測所名

