

# 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

八木佐也香（指導教員：伊藤貴之）

## 1. 概要

近年の局地的集中豪雨などの被害対策として、水防災データの表示、および過去の危険時の数値情報（降雨量、河川水位など）の分析が重要である。その際、単純な降雨量と水位の依存関係だけでなく、地理的分布や地形の特徴などの影響による知見が得られれば、より複合的な警告が可能になると考えられる。そこで本研究では、水防災データを地図上に可視化する一手法を提案する。

## 2. 関連研究

地図上での数値情報等の可視化手法は、既に多数発表されている。Lundblad ら[1]は道路気象情報を地図上に可視化し、結果を通信するアプリケーションを提案している。Speckmann ら[2]は地理的な統計値を示すシンボルを地図の周囲に円形に並べて表示することで、地理的特徴を保持しつつシンボル同士の重なりを回避している。気象に関係ある可視化として、Sanyal ら[3]は従来用いられている spaghetti plots と合わせて、地図上に重ねて表示したグリフとリボンにより、気象変数の集合の不確かさを可視化している。このうちグリフによる可視化は、多数の要素の中から不確かさの小さいものに着目しやすくなっている。ただし、この手法は防災などの警告目的に特化していない。

## 3. 提案手法

本手法で用いるデータは、位置情報（緯度・経度）を有する多数の観測所において、降水量・水位などの時系列数値情報を有することを前提とする。

本手法では画面の左側に対象地域の地図画像を表示し、その上に河川を近似した折れ線と矩形の詳細情報欄を重ねて表示する。詳細情報欄には一地点における時系列数値情報を表示する。なお、現段階では茶色の矩形で降雨量、紺色の矩形で水位を示す。この地図表示エリアはマウス操作に応じて、拡大縮小・平行移動が可能である。また、ユーザはタブをクリックすることで2種類の画面表示モードを切り替えることができる。

### 3.1 地図上の詳細表示の配置最適化機能

地図上に詳細情報欄を重ねて表示する際、単に各々に付与された緯度・経度情報に基づいて配置すると、矩形同士の重なりや河川と矩形との重なりが発生し、可読性や操作性の減少につながる。そこで本手法では、以下の重なり回避処理を適用する。

1. 地図表示エリアを格子状に分割し、河川を近似した折れ線を重ねる。折れ線が通っている領域を詳細情報欄の配置先候補から除外する。
2. 詳細情報欄の配置順を定義する。（現時点の我々の実装では水系ごとに上流から下流の順）
3. 格子上的基準点（緯度・経度に基づいた位置）の近くに、詳細情報欄を配置可能な一定面積の矩形を探し、見つければそこに配置する。既に詳細情報欄のある領域は配置先候補から除く。
4. 基準点と詳細情報欄の中心を線で結ぶ。

また、本手法ではユーザの拡大縮小や平行移動の操作に合わせて、詳細情報欄の最適な位置をその都度再計算する。このとき単に各々の理想位置を基準とし、その付近に配置させようとすると、微小な操作であっても詳細情報欄の位置が急激に変化することがあり、ユーザの混乱を招く恐れがある。そのため、基準点を理想位置と拡大縮小・平行移動操作を行う直前の配置位置との中点とし、その基準点に近くなるように操作後の配置

位置を決定する。

### 3.2 タイムラインと折れ線グラフによる詳細表示

詳細表示欄に折れ線グラフを用いた表示例を図1に示す。矩形上の折れ線グラフは、各観測所の降雨量および水位変化を示す。右側はタイムラインエリアとし、横軸で時刻を表し、降雨量および水位ごとに1つの観測所を1本のバーとして各観測所を縦に配置する。このとき河川の水位には上流から下流へという依存関係があるため、それに従って支流ごとに並び順を決定する。また、色相で降雨量および水位の数値情報を表す。具体的には、観測所ごとに危険水位（洪水警報発令の目安となる避難判断水位を使用）との相対値を基に算出しており、赤色に近いほど危険水位に近く、青色に近いほど水位が低いことを示す。

この表示方法によって、降雨量および水位の細かな数値情報の時間的な変化を読み取ることができる。さらにタイムラインを観察することにより、降雨量・水位間の変化の依存関係を読み取ることが容易になる。ただし、折れ線グラフを読み取るためには、個々の矩形に一定以上の大きさが必要となる。そのため非常に多くの観測所を同時に表示した場合には、地図の大部分が矩形に覆われ、可読性が低下する恐れがある。この問題点を解消するために、3.3節の表示方法を提案する。

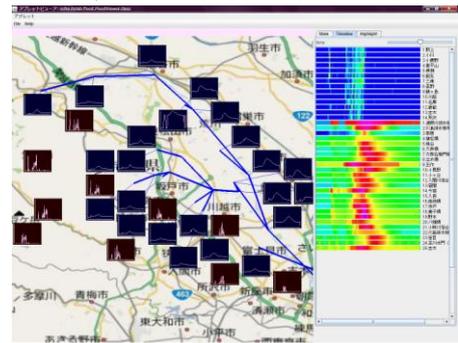


図1：詳細表示に折れ線グラフを用いた表示例

### 3.3 カラーバーによる詳細表示

地図上の詳細情報欄に、折れ線グラフの代わりにカラーバーを用いた表示例を図2に示す。矩形上のカラーバーの明度で降雨量または水位の数値情報、色相で日時を表す。また右側のグラデーション表示は色相と日時の対応関係を示す。図2からもわかるように、カラーバーは折れ線グラフよりも小さな矩形で表示した場合においても、十分な可読性を得ることができる。ゆえにカラーバーによる表示は、3.2節で議論した問題点の解消につながると考えられる。

この表示方法により、ユーザはまずカラーバーの明るい部分に目が届かずである。それにより、重要度の高い（降雨量または水位の数値が大きい）観測所に着目し、さらにその色相から重要度の高い日時を知ることが容易になる。

具体的な色算出の手順は以下の通りである。まず時刻  $t$  の値を表現する幅  $a_i$  を、明度  $B$  から重みづけする以下の式によって算出する。

$$a_i = 3.0B + 0.5, \quad B = \frac{v_t - v_{\min}}{v_{\max} - v_{\min}} \quad (1)$$

ここで  $v_t$  は時刻  $t$  のときの降雨量または水位を、 $v_{\max}$ 、 $v_{\min}$  はそれぞれ降雨量または水位の全観測所の最大値、最小値を表す。

こうして算出した  $a_i$  をもとに、カラーバーを描画する際に時

刻  $t$  が横軸上に占める幅  $w_t$  を算出する.

$$w_t = \frac{a_i}{\sum a_i} \times (x_{\max} - x_{\min}) \quad (2)$$

ここで  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  はそれぞれカラーバーの  $x$  座標の最大値と最小値を表す.

そしてカラーバーの左端点  $x_0$ , 右端点  $x_1$  を以下のように設定する.

$$x_0 = x_{\min}, \quad x_1 = x_{\min} + \sum w_t \quad (3)$$

これらの処理によってカラーバーの明度に対して詳細制御を行うことで、明度の高い部分すなわち重要度の高い時間帯の見落としを防ぐことができる.

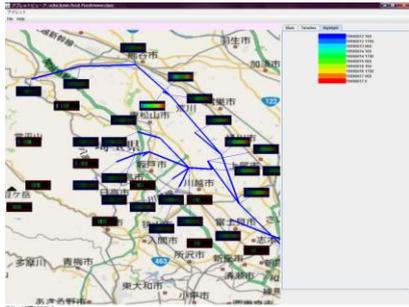


図 2 : 詳細表示にカラーバーを用いた表示例

#### 4. 適用事例

我々は、1999 年 8 月 12~17 日の熱帯低気圧による豪雨被害のあった埼玉県荒川水系（雨量観測所 14 箇所、水位観測所 25 箇所）について可視化を実施した。データにはインターネット上の「国土交通省 水文水質データベース」[4]に公開されているものを用いた。[4]には観測所ごとに、水系名、河川名、所在地、緯度・経度などの情報と、降雨量、水位、流量、水質などの数値が記載されている。

図 3 はカラーバーによる詳細表示を用いて、すべての観測所を表示させた例である。まず水位について、上方の明るく表示されている観測所を中心に、河川に沿って周辺で長時間にわたって高い値を観測していることがわかる。続いて降雨量について、オレンジ色で囲まれた観測所においては降雨が比較的長時間に及んでいるのに対し、桃色で囲まれた観測所においては短時間であるなど、地域による降り方の違いが観察できる。また興味深い点として、破線で囲まれた観測所においては、長時間に及ぶ降雨の前に青で示された短時間の降雨が見られるということがある。このようにまずカラーバーを使って全体を俯瞰することにより、特徴的な観測所に着目することができる。そして着目した観測所を拡大表示し、折れ線グラフおよびタイムライン表示に切り替えることで、より正確に局所的な数値情報を読み取ることができる。



図 3 : 実行結果 (カラーバーによる詳細表示)

図 4 はタイムラインエリアを表示したものである。この例に

おいて、円で囲まれた短時間の降雨について、水位に影響が出ている箇所と出ていない箇所があることがわかる。

さらに着目すべき点として、水位が上昇した後すぐに下がっている箇所となかなか下がらない箇所があることが観察できる。このとき、後者においては数時間後に再び降雨があった場合には危険度が高いと考えられる。また観測所(1)と(2)について、他に比べて特に数値が大きく、長時間水位が上昇した状態が持続するという共通した変化をしていることがわかる。これらは支流が異なるため離れて表示されているが、間の水門により観測所(1)の水位が上昇すると、観測所(2)に水が放流されるという高い関連性がある。このような観測所については、地図上の配置や折れ線グラフによる詳細表示を用いることにより、タイムラインエリアの並び順からでは観察できない関連性を読み取ることが容易になる。さらに(3)は下流の観測所であるにもかかわらず、他の観測所に比べ水位の上昇が早く始まっていることも読み取れる。

このように一定の順番で並べたタイムラインで観測所全体を観察することで、地図上に点在する詳細情報の矩形からだけでは発見しづらい特徴をとらえることができる。また逆にタイムラインを見るだけではわからない地理的特徴による影響も、地図上の詳細情報と照らし合わせることで発見しやすくなる。

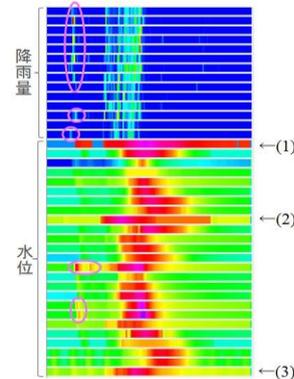


図 4 : 実行結果 (タイムラインエリア)

#### 5. まとめ

本研究では、多数の観測所からなる水防災データを地図上に可視化する一手法を提案した。今後の課題として、流量データを適用するとともに、地図上における数値情報について、よりユーザの視覚認知を高めるような表示方法を検討したい。具体的には、現在は降雨量・水位ともに詳細情報欄の背景の色分けのみで同一の表示方法をとっているが、水位や流量など河川の各地点における数値情報については、河川上に色や矢印を重ねて表示するなどを考えている。また詳細情報欄の配置について、現段階では単に河川水系の上流から下流という順で探索を行っているが、危険度の高い地点や自宅周辺などから自動選択的に表示するなど、より実用的な優先順位付けを目指す。

**謝辞:** 貴重なご助言を数多く賜りました、東芝デザインセンター黒川真由美氏、伊豆裕一氏、米山貴久氏、小原隆志氏に感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] P. Lundblad, J. Thoursie, M. Jern, Swedish Road Weather Visualization, 14th International Conference Information Visualization, 313-321, 2010.
- [2] B. Speckmann, K. Verbeek, Necklace Maps, IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, 16(6), 881-889, 2010.
- [3] J. Sanyal, et al., Noodles: A Tool for Visualization of Numerical Weather Model Ensemble Uncertainty, IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, 16(6), 1421-1430, 2010.
- [4] 「国土交通省 水文水質データベース」  
<http://www1.river.go.jp/>