

## 江戸時代後期における黒部川扇状地の治水戦略

東京建設コンサルタント 正会員 ○妹尾 泰史  
 東京工業大学 フェロー会員 石川 忠晴  
 東京建設コンサルタント 正会員 小島 崇

## 1. 目的

大規模な築堤ができなかった江戸時代には、霞堤と通称される不連続堤防による氾濫水の制御により、地域の地形・水文特性に合わせた治水が採用されていた。一方近年、気候変動に伴い集中豪雨が頻発化し、超過洪水対策の必要性が議論されているが、その具体的姿は必ずしも明確でない。そこで筆者らは、江戸時代の治水方式の分析から有効な超過洪水対策を創出できないかと考えている。本稿では富山県を流れる黒部川に19世紀前半に設置された治水施設について、浅水方程式に基づく氾濫数値シミュレーションを実施し、当時の治水戦略とその効果について考察した。

## 2. 対象領域の概要

黒部川は立山連峰鷲羽岳（標高2,924m）に発し、延長75kmの峡谷を経て日本海に流入する急流河川である。峡谷から輸送される大量の土砂により、最下流部には半径13km、頂角 $60^\circ$ 、平均勾配1/100の広大な扇状地が形成されている。従来は黒部四十八瀬と呼ばれたように流路が分岐し移動していたが、1828年の出水の後に、**図-1**に実線で示す不連続堤防により現在の位置に固定された<sup>1)</sup>。図中の水色の帯は旧河道を示している。また河道内に記入されている数字は河口からの距離（KP）を示している。黒部扇状地は最終氷期後の海面上昇により形成された開析扇状地で、洗掘域と堆積域の境は標高50m付近にある<sup>2)</sup>。

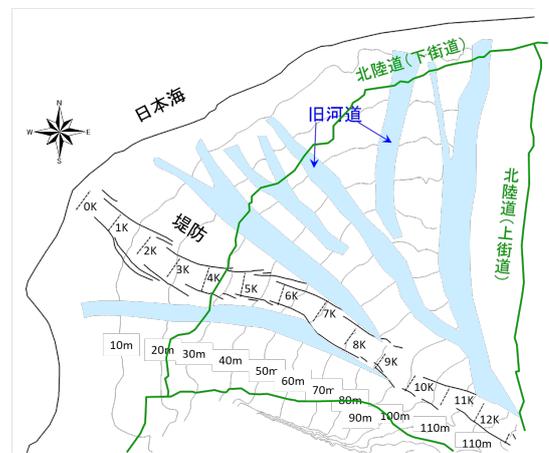


図-1 黒部扇状地の地形と霞堤配置

## 3. 数値計算手法

非構造三角形格子上で定式化された浅水モデル<sup>3)</sup>を用いた。詳細については引用文献を参照されたい。扇状地の地形には2015年GISデータ（5mメッシュ）を使用した。また堤防法線はデ・レーケの測量図<sup>4)</sup>から定め、堤高は均一に3mとした。一方、黒部川の河道には波高2m程度の多列砂州が一面に発達しており、計算のための河床形状を一通りに定めることは困難である。また1960年代中盤からはダム堆砂と砂利採取の影響により上流部の河床低下が進んでいる。そこで本研究では1963年測量データから求めた横断平均河床高の縦断形状を仮定した。

流量波形は以下のように与えた。現在の流路になってからデ・レーケによる霞堤の改良が行われるまでの68年間に生じた水害は10回程度であり<sup>2)</sup>、年確率は概ね1/7である。これに対して最近56年間の年最大流量の確率プロット<sup>5)</sup>から推定される流量は $2,700\text{m}^3/\text{s}$ であった。そこで既往最大洪水（1969年）の洪水波形をピーク流量 $Q_p$ を $3,000\text{m}^3/\text{s}$ に縮小して用いた。その波形を**図-2**に青線で示す。なお図中の緑線と赤線は、次ページで示す計算結果から得られた溢水氾濫と河道への戻り流（還元）の流量波形である。なお縦の点線は流量ピーク時と氾濫分布を検査する時点（減水時）を示している。

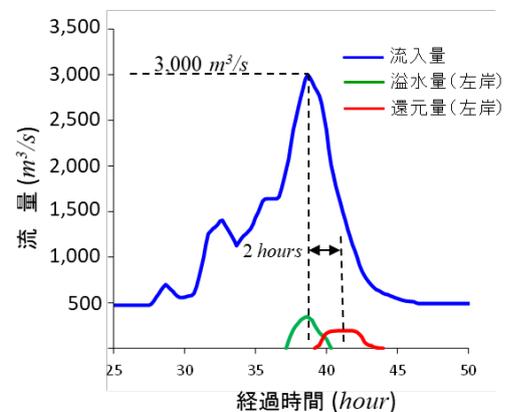


図-2 計算に用いた洪水波形

キーワード 霞堤、水理機能、超過洪水、治水戦略、江戸時代

連絡先 〒170-0004 東京都豊島区北大塚1-15-6 (株)東京建設コンサルタント TEL: 03-5980-2638 E-mail: senoo-h@tokencon.co.jp

### 4. 計算結果および考察

図-3 に検査時間における氾濫水深分布を、また同図に赤の矩形で示す領域での流速ベクトルを図-4 に示す。左岸 9KP 付近の堤防開口部から氾濫が生じ、旧河道を流れ下り、その一部が 5KP 付近の霞堤から河道に戻っている様子が明確に表れている。そこで、上流域の開口部から氾濫する流量と、中流部の霞堤から河道に戻る流量について時間波形をプロットすると図-2 の緑線と赤線を得る。上流部溢水は流量 1,700m<sup>3</sup>/s 程度で生じ、中流部での河道還元は約 2 時間の時差を持って減水期に生じている。大熊<sup>6)</sup>は急流河川の霞堤が上流域で氾濫した水を減水期に河道に還元する機能を持っていたと述べているが、本計算結果はそれを裏付けている。

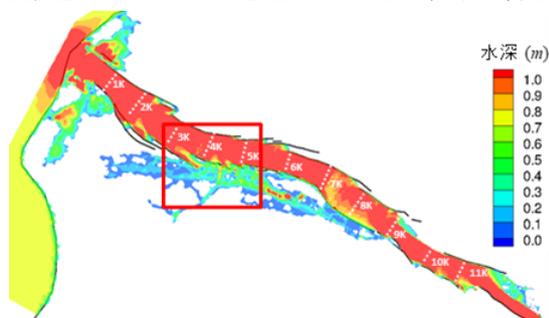


図-3 氾濫水深分布

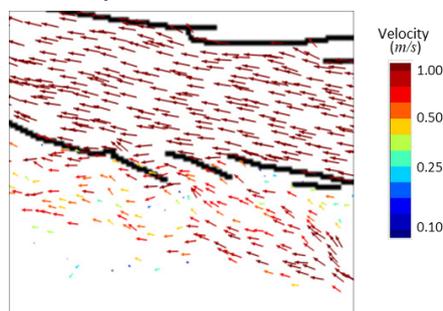


図-4 氾濫水の流速ベクトル

しかし、ここで一つ疑問が生じる。流量 1,700m<sup>3</sup>/s の発生確率は、前述した年最大流量の確率プロット<sup>5)</sup>では 1/3 に相当する。3 年に 1 度の頻度で溢水するような開口部をなぜ残したのであろうか。筆者らは次のように考える。当時の堤防高は 3m 程度であり越水破堤の生じる頻度は高かったが、溢水箇所を固定できれば氾濫水制御が可能となる。図-3 で氾濫水の流路はほぼ旧河道内に収まっており、そこでの氾濫水深は概ね 1.0 m (赤色) 以下であることを考えると、堤防開口部からの溢水は意図的であり、中流部の霞堤から旧河道での過剰流量を主流道に戻すことにより、氾濫域が外側に拡大することを抑制していたのではないかと考える。

ところで上記の計算では右岸側には氾濫が生じていないが、試みに河床高を 1m 上昇させて右岸にも氾濫を生じさせてみたところ、氾濫水は右岸側の旧河道を流下し、その一部が 6KP 付近の霞堤開口部から河道に戻った。

### 5. おわりに

以上のことから、江戸時代末期における黒部川扇状地の治水戦略は以下のものであったと考えられる(図-5)。当時は出水の全てを河道内に収めることはできなかったので、旧河道を臨時の放水路として利用することを考え、図に緑の矢印で示すように、流れの分岐を誘起する堤防開口部を設けた。しかし流入量が旧河道の容量を超えた場合は、氾濫域が拡大するので、図中に赤い矢印で示すように、余剰水が主流路に戻るよう霞堤を設置した。黒部川の洪水継続時間は短いので(図-2 参照)、旧河道内の洪水は、中流区間に設けられた霞堤開口部を通り、洪水減水期に速やかに主流路に排水できた。



図-5 推定された黒部川扇状地の治水戦略

### 参考文献

- 1) 建設省北陸地方建設局黒部工事事務所：黒部川のあゆみ, 1977
- 2) 石川忠晴、山本浩之：黒部扇状地の土砂動態に関する考察, 土木学会論文集, 381号, 1987, pp.35-43.
- 3) 赤穂良輔ら、石川忠晴、畠山峻一、小島崇、都丸真人、中村恭志：岩手県釜石市街地における 2011 年東北地方太平洋沖地震津波の氾濫解析, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.71, No.1, pp.16-27, 2015.
- 4) 富山県：黒部川実測平面図, 1894.
- 5) 国土交通省河川局：基本高水に関する資料, 黒部川水系河川整備基本方針, 2006.
- 6) 大熊孝：霞堤の機能と語源に関する考察, 日本土木史研究発表会論文集, Vol.7, pp.259-266, 1969.