

# 信濃川中流域を伝播する洪水流の解析

水工学研究室 星野 北斗  
指導教官 細山田 得三

## 1. はじめに

治水・利水対策として重要な役割を持つダムが、地質等の条件や社会的条件の変化等さまざまな理由からいくつかの水系で建設困難な状況になりつつある。そこで近年、議論されるのが「河川自体が持つ貯留効果」についてである。河川にはさまざまな特徴があり、河川の蛇行・ため池・氾濫原・川幅の極端な変化といったものが洪水時に遊水し、下流河道への流量を低減させる。

国土交通省信濃川河川事務所では、時系列のピークの低減から信濃川の貯留効果について検討を行っている。カプセル水位計での実測結果と、各流量観測所の過去の出水データから推察された結論が、長岡地区での高水敷の利用による貯留現象、妙見堰上流の狭窄部による堰上げ効果である。しかし、妙見堰の狭窄部の貯留効果はわずかであると推察されていることから、信濃川中流域における貯留効果は長岡地区で主に発生していると考えられる。よって本研究では、信濃川中流域を対象に一般曲線座標による平面2次元数値計算を行い、対象区間の洪水流の伝播を把握し、信濃川河川事務所のデータから予測された長岡地区の貯留効果について検討することを目的とした。

## 2. 研究概要

### 基礎方程式

河川の流れを平面2次元として表現するために連続式、運動方程式として以下の式(1)、式(2)を使用する。この方程式を河川の形状に応じた一般曲線座標に変換し、有限体積法により離散化している。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial uM}{\partial x} + \frac{\partial vM}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_s}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left( -\overline{u^2 h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( -\overline{u'v'h} \right) \quad (2)$$

## 3. 計算条件

### 地形データ

信濃川河川事務所の資料から、小千谷～長岡～与板間にて洪水流量の低減が見られたため、この区間を計算対象とする。計算格子は81×21で、信濃川河川事務所からいただいた距離表座標、横断データより、線形補間で作成した。図1に計算対象領域、図2に地形コンター図を示す。

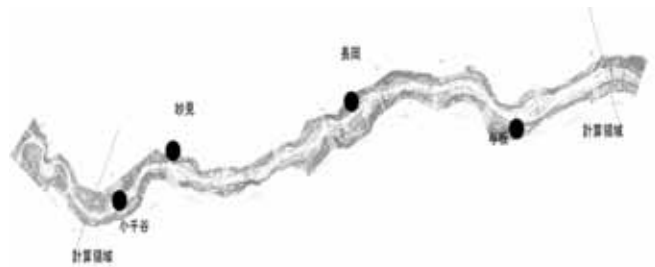


図1 計算対象領域

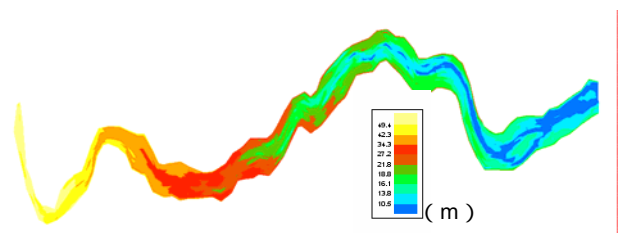


図2 地形コンター図

### 初期条件

上流端流量、下流端水位を図3に示す。流量、水位ともにピーク流量別に約9000 m<sup>3</sup>/s、約7500 m<sup>3</sup>/s、約5000 m<sup>3</sup>/sとなる3つの異なるピーク流量のハイドログラフと水位ハイドログラフを与えた。

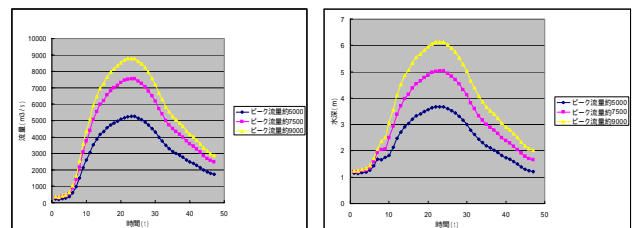


図3 上流端流量、下流端水位

## 4. 計算結果

水位の時系列変化を図4に示す。計算の開始とと

もに水位が上昇し、12 時間後では徐々に水が高水敷へ乗りあがっている。24 時間後には高水敷への乗り上げがさらに広域になり、ピークに達したのち徐々に落ち着きを取り戻している。また、上流部より下流部のほうが遊水している面積が広い。図 5 には流量別の時系列水位変化を示す。左側が 5000 m<sup>3</sup>/s のピーク時で右側が 9000 m<sup>3</sup>/s のピーク時である。流量規模に比例して高水敷への乗り上げが増大する傾向が見られる。小千谷・妙見・長岡・与板の各基準地点の流量時系列変化を示した図 6 を見ると 3 パターン全てにおいて、ピーク流量の低減とピーク流量到達時刻の遅延が見られ、貯留効果が確認できる。

このことから、実測値の結果長岡地区より下流部の貯留特性が数値計算でも確認することができた。

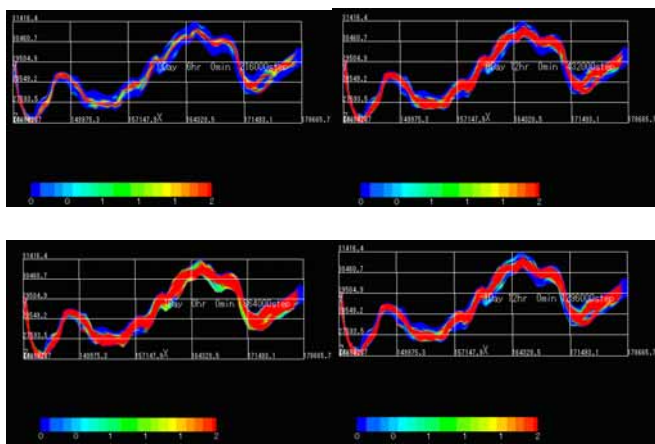


図 4 時系列水位変化

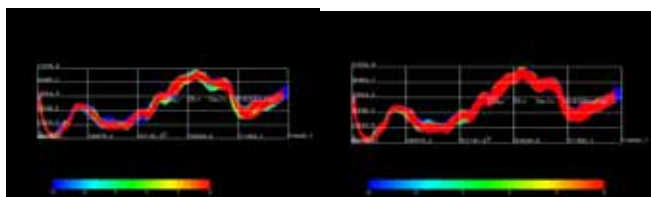


図 5 流量別時系列水位変化

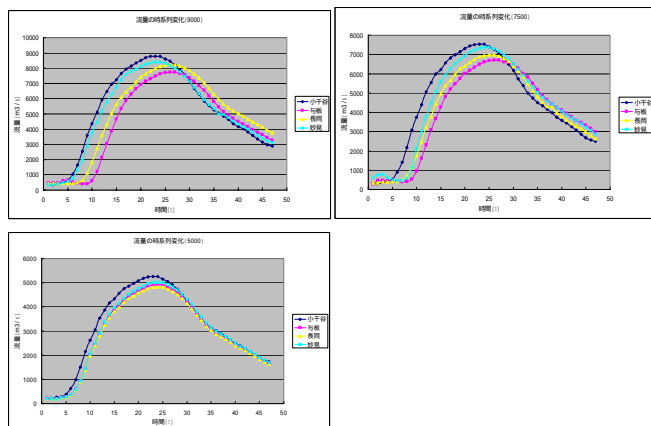


図 6 各ピーク流量別時系列流量変化

## 5. まとめ

信濃川中流域を対象に一般曲線座標による平面 2 次元数値計算を行い、対象区間の洪水流の伝播を把握することで、信濃川河川事務所が推察された長岡地区の貯留効果について確認・検討することができた。長岡地区から下流で貯留効果現象が見られる要因として以下のことが考えられる。妙見堰より下流では、河岸段丘地帯から氾濫平野を流下するようになっている。これによって、河幅、高水敷が急激に大きくなっているため、高水敷の利用が大きくなっている。高水敷が変化するように河道内でも妙見堰下流からは単断面から複断面に変化しており、大小様々な砂洲が交互砂洲のように存在しているため、流量低減に影響を与えている。下流に向かうにしたがって、勾配が緩やかになっていることで、流速が遅くなっている。

今回の数値計算が実現象とどの程度一致するかを検討する。昭和 56 年 8 月 23 日洪水を対象とし、流量ハイドログラフを作成し解析を行った。図 7 に実測値と計算値を比較したものを示す。これは、昭和 56 年 8 月 23 日洪水の長岡観測所での時系列流量を比較したものである。大体一致しているように見えるが、計算値のピーク流量が鋭く尖っているのに対し、実測値はやや緩やかな上がり方をしている。また、ピーク流量に到達してから流量が減少していく箇所では、実測値より計算値のほうが流量が少なくなっている。実測値と計算値で違ってくる原因として考えられるのは、長岡地区で合流している支川渋海川の流入流量や、粗度係数を一定値に与えていることで植生・河床材料を考慮できていないこと、縦断方向のメッシュ分割数が足りないために、縦断方向の地形が十分再現されていないこと等が考えられる。

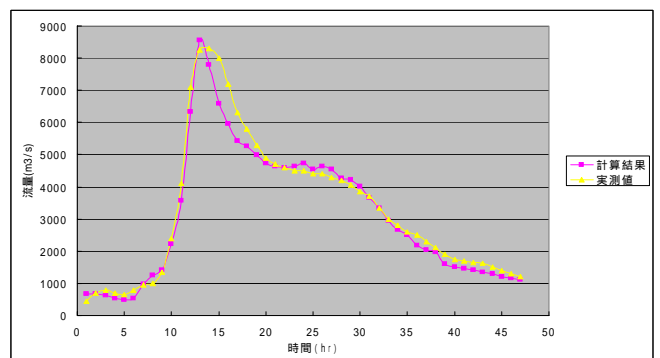


図 7 実測値と計算値の比較