

植生を考慮した千曲川中流域の洪水流解析

信州大学大学院工学系研究科○横山祐介
信州大学大学院工学系研究科 石川達也
信州大学工学部 正会員 富所五郎
信州大学工学部 正会員 豊田政史

1. はじめに

本研究では、植生分布を考慮した千曲川中流域の洪水数値解析を行う。いくつかの地目に応じた粗度係数を用い、ここでは、数値解析結果の水位と実際の千曲川中流域の洪水痕跡を比較することにより植生分布の洪水流特性への影響について検討する。対象洪水は平成 11 年 8 月洪水とする。

解析は流れを平面二次元と仮定し、有限要素法を用いる。解析法の詳細については参考文献 1)を参照されたい。

2. 解析対象区間と解析条件

本研究における解析対象区間を図-1 に示す。新潟県境を 0km として、上流側に距離標をとっており、千曲川は 82.5km 地点の杭瀬下から 51.5km 地点の立ヶ花まで、犀川は小市から千曲川合流部までの 9km であり、総延長 40km の区間である。この区間は高水敷にリンゴ、桃等の果樹が存在し、その他にも畑、荒地など多くの地目が存在する特徴的な区間である。その一部として図-2 に千曲川、犀川の合流部の地目を示す。川幅は上流で 500m 弱であるが、立ヶ花付近では約 1000m から約 200m に急変している。また、千曲川の河床勾配は図-3 に示すように、解析領域の中央部で 1/1000 を下回り、上・下流部ではこれを上回るなど、緩急を繰り返す勾配になっている。ここでは示さないが、犀川では、上流部の 1/440 から下流部の 1/550 勾配まで一様に低下している。

解析条件として立ヶ花、杭瀬下、小市にある水位流量観測所の出水記録データから最大流量をそれぞれ求め、上下流端の水位は洪水痕跡で拘束し、流速は流量と水位をもとに決定した。表-1 に上記 3 地点の最大流量を示す。また、上流端の杭瀬下、小市の最大流量の合計と下流端である立ヶ花の最大流量に大きな差が生じていたので、7 つの中小河川の流入という形で流量を補うことにした。その流量は、各河川の計画高水流量比にもとづいて配分している。

なお、本研究では、地目ごとの流れやすさの違いを表すために、マンニングの粗度係数を地目ごとに变化させている。各地目の粗度係数を表-2 に示す¹⁾。

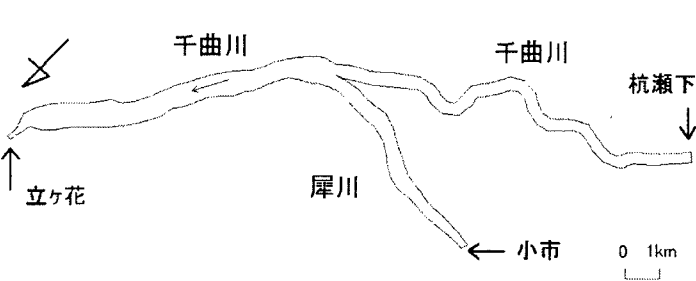


図-1 解析対象区間

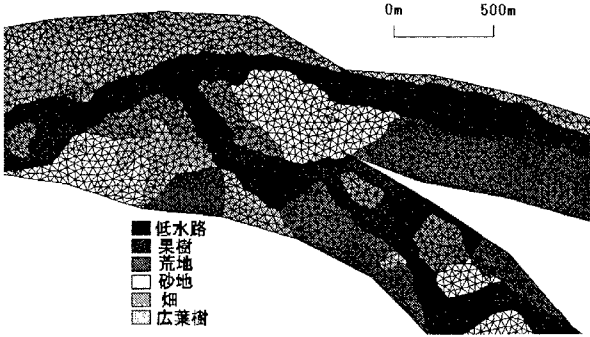


図-2 千曲川・犀川合流部の地目

表-1 流量データ

水位流量観測所	最大流量(m³/s)
小市	920
杭瀬下	2320
立ヶ花	4100

表-2 粗度係数表 (m^{-1/3}・s)

地目	果樹	低水路	砂地	荒地	広葉樹	畑
粗度係数	0.045	0.030	0.020	0.040	0.060	0.025

3. 解析メッシュの概要

まず、標高メッシュと地目メッシュを組み合わせた一次メッシュ（節点数 2620、要素数 5100）を作成した。標高メッシュとは、500m ごとの河道横断面図をもとに、河道内の標高を表現できるように節点をとったものである。地目メッシュとは、平成 7 年 11 月撮影の千曲川航空写真をもとに、おのおのの地目要素を正確に表現できるように節点をとったものである。

次に、高水敷と低水路の地目境界沿いに、新たに節点を加えた二次メッシュ（節点数 4707、要素数 9201）を作成した。これは、千曲川で合流点より上流側に多く見られる蛇行部分において、一次メッシュでは表現できない高水敷と低水路の標高差をより正確に表現するためである。なお、その節点の標高は周囲の既知標高から推測した。

最後に、二次メッシュをもとに、修正デローニ三角分割法を用いて、三次メッシュ（節点数 20000、要素数 39202）を作成した。ここで、地目境界と要素境界が一致しない部分では、地目境界に一致するように要素を組み直した。この修正には多大な労力を要した。三次メッシュの標高および地目は、二次メッシュのものを内挿し、これを解析メッシュとした。

4. 解析結果

図-3 に、千曲川兩岸における解析水位と洪水痕跡水位の差を示す。その差は、最大で約 1m となっている。この原因として、流量設定方法やメッシュの精度などが考えられる。現在、この原因を解明中である。なお、ここでは、犀川の洪水痕跡が存在しないため、犀川の解析結果は省略してある。

参考文献 1)富所五郎，後藤和也，石原祐樹，松本明人：植生を考慮した千曲川の洪水流と河床変動の解析，水工学論文集第 45 巻，pp775～780，2001.

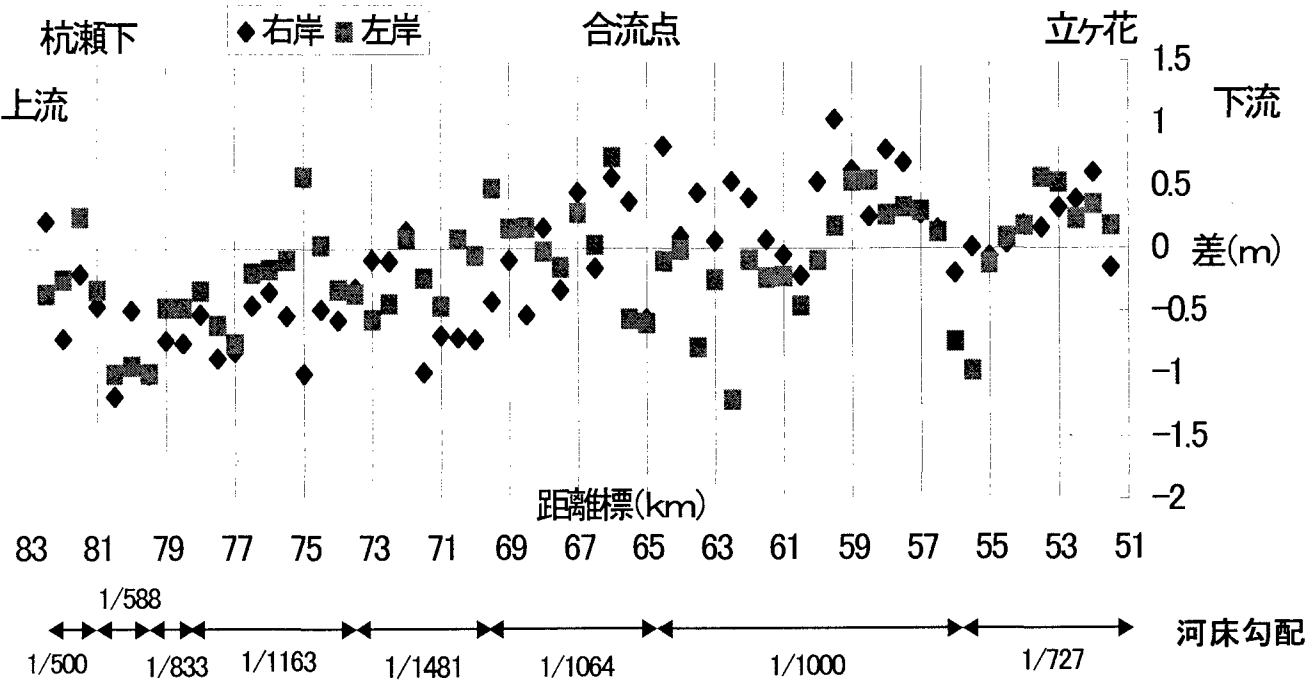


図-3 千曲川の解析水位と洪水痕跡水位の差および河床勾配