

II-74

豊平川の改修史に関する研究

北海道大学工学部 学生員 石本孝広

北海道大学工学部 正員 黒木幹男

北海道大学工学部 正員 板倉忠興

1. はじめに

河川は河道と流水とにより形成されており、その特性は、流域の地形、地質、気象、植物の状態などに支配されることが多く、各国ごとに河川の性質が異なるのが普通である。特にわが国では地勢が急峻で、降雨量も大きいので、諸外国の河川とは相当大きい差異があり、かつ各河川ごとの個性も強い。

このため、わが国の河川では洪水氾濫などの問題を解決し土地の有効利用を図ることを目的にするために様々な治水対策が行われてきた。とくに洪水流量を調節するダム、遊水地や洪水を安全に流下させる捷水路などは洪水流の様態を大きく変化させることが予想される。本研究は様々な対策の効果・影響を実証的に考察することを目的に、これら治水効果による洪水ハイドログラフの変化を数値計算によって把握しようとするものである。ここでは捷水路に焦点をあて、豊平川を対象とした。なを本研究で使用した式は不定流の基礎式であり、これを leap-frog 法で数値的に解析している。

2. 豊平川で起こった主な洪水

明治31年	9月	浸水一畑120.0町、家屋50戸、流失一畑4.0町
明治37年	7月	浸水一札幌区50.8町、その他町村6030.7町、土木被害158497円
大正2年	8月	浸水一札幌区681.3町、その他町村6230.5町、土木被害449205円
大正12年	6月	台風による 氾濫面積500町
昭和7年	8月、9月	台風による豪雨で1.2mから2.4mの増水
昭和8年	9月	豪雨による 氾濫面積50町
昭和34年	4月	最高23度を超える暖気による融雪、最大風速30mに達する強風、加えての降雨により7号床止において計画洪水位まで60cmを残す31.90mの水位
昭和36年	7月	野津幌川合流点付近において平均湛水時間96時間、平均湛水深1.0から1.5m
昭和37年	8月	台風による降雨、2日から4日の間の継続降雨量203mm
昭和50年	8月	22日9時から24日9時までの総雨量175mm、下流地区に甚大な被害
昭和56年	8月	3日から6日にかけての前線と台風12号による大雨、21日から23日までの台風15号と前線による大雨と2度にわたる大雨災害

3. ショートカットによるハイドログラフの変化

開拓以来札幌市街を防御する堤防が施工されていたが下流の処理については全く放置されていた。下流は河

Study on the repair history in Toyohira river

by Takahiro Ishimoto, Mikio Kuroki and Tadaoki Itakura

道狭少で屈曲甚しく洪水の疎通を害していたため、昭和2年頃から河道拡張や新水路工事などの治水工事が行われるようになった。

新水路工事とその間に発生した自然短絡により、現在の河口から上流44.5kmまでの区間において河道が約5.5km短縮された。

本研究では、この河道短絡が流出に与えた影響を定量的に把握するために既往最大洪水が流下した場合における短縮前（明治時代）と短縮後（現代）のハイドログラフの比較を行っている。

1) 計算の条件

石山を上流端として昭和56年8月の洪水時の流量の観測値よりハイドログラフを与える。

下流端は石狩川合流地点として、そのときの水位のハイドログラフを与えるが、ここでは、合流点における観測値がないため鉄道橋、石狩大橋の実測値をつかい比例配分した水位を合流点のものとした。

現河道において石山-石狩川合流点の距離は27.5km、旧河道においては32.25kmあり、計算上それぞれ28km、32kmとして、1000m間隔で分割する。

断面は、現状のものを用いるとして、低水路幅を川幅とした長方形断面とする。また、粗度係数に関しては資料を得ることができなかったため、改修前後どちらにおいても水路上すべての地点で $n=0.03$ と仮定した。また、河床勾配は現河道で0.0038、旧河道で0.00306とする。

図1に昭和56年8月の石山、雁来観測所における流量の実測値を示す。図によると、雁来のピーク流量が石山のピーク流量より約200 m^3/s 大きくなっている。

そこで本研究では石山で与えた流量のハイドログラフにより雁来地点での計算結果が実測値とほぼ同じになるように横流入量 $q=0.0108m^3/s$ として与えた。

2) 計算式

不定流の運動方程式および連続の式を差分形近似し、 $x-t$ 平面に設けた格子点において、距離的にも、時間的にも交互に流量と水位を求めていく。以下に計算に用いた差分式を示す。



図, 石狩川合流点付近における現河道と旧河道

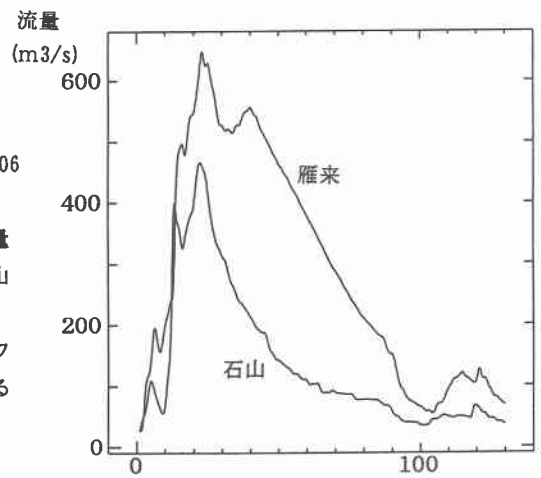


図1, 流量の実測値 時間 (hour)

流量計算式：

$$Q_i^{n+1} = \left\{ \zeta_{i-1}^n - \zeta_{i-1}^n + \left[\left(\frac{1}{gA} \right)^n_{(i+1)(i-1)} \frac{\Delta x}{\Delta t} + T+P \right] Q_i^{n+1} \right\} / \left[\left(\frac{1}{gA} \right)^n_{(i+1)(i-1)} \frac{\Delta x}{\Delta t} - T - P + \left(\frac{2}{K^2} \right)^n_{(i+1)(i-1)} \Delta x |Q_i^{n+1}| \right]$$

水位計算式：

$$\zeta_{i-1}^{n+2} = \frac{1}{B_{i-1}} \frac{\Delta t}{\Delta x} \left[Q_{i-2}^{n+1} - Q_i^{n+1} + q_{i-1}^{n+1} 2\Delta x \right] + \zeta_{i-1}^n$$

ただし

$$T = \frac{1}{4} \frac{\Delta x}{\Delta t} \left(\frac{2B}{gA^2} \right)^n_{(i+1)(i-1)} \left[(\zeta_{i-1}^n - \zeta_{i-1}^{n-2}) + (\zeta_{i-1}^n - \zeta_{i-1}^{n-2}) \right]$$

$$P = - \left(\frac{q}{gA^2} \right)^n_{(i+1)(i-1)} 2\Delta x$$

ここに、 Q = 流量 (m³/s)、 ζ = 水位 (m)、 A = 流積 (m²)
 q = 流路単位長さあたりの横流入量 (m³/s)
 K = 断面の通水能で、 $K^2 = A^2 R^{-1/3} n^{-2}$ で定義される
 n = マニングの粗度係数、 R = 径深、 B = 水面幅 (m)

3) ハイドログラフの比較による考察

図2, 3は、それぞれ石狩川合流点、雁来観測所における現代と明治時代の流量ハイドログラフの比較を行ったものであるが予想していたほど違いが現れなかった。

まず、図2において現河道より旧河道の流量の方が大きい値をとり、ほぼ同じ時間でピーク流量をとっている。

図3においても雁来観測所で、ピーク流量がほぼ同じ時間で現れている。

この原因として考えられることは、第一に、比較対象とした河川の規模が小さく、充分な長さをとることができなかった。

また、河川改修にされたことによりでた距離の差が小さく、それによる勾配の変化もあまりなかったため、ハイドログラフのかたちや流量のピークに達する時間の違いが出なかったと思われる。

一方、この場合の水位ハイドログラフを示しているのが図4であり、水位では改修後、最大1m以上も下がる結果となった。これは、往時の河道が現在よりも河床勾配

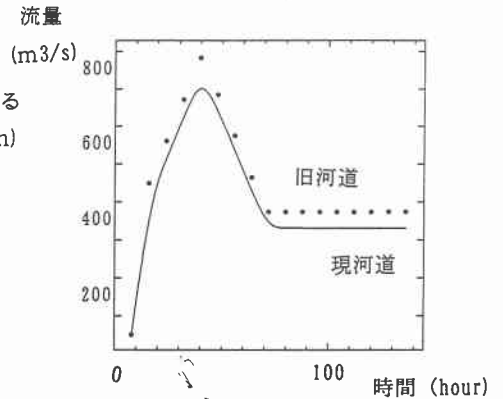


図2. 石狩川合流点の流量ハイドログラフ

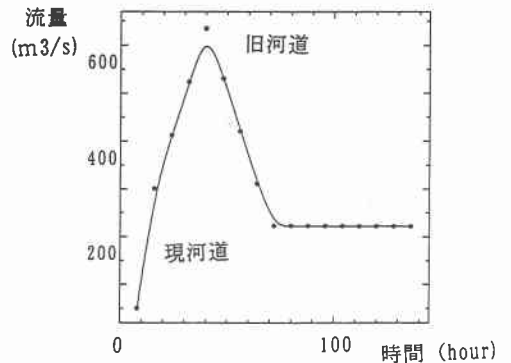


図3. 雁来における流量のハイドログラフ

が小さいため、それに伴い水位が上昇したものであり、底平地における捷水路の効果を示した結果となっている。

4. まとめ

今回の不定流計算では、水路断面、河床勾配等かなりの簡略化を行った結果、予想していたほどの違いが現れなかった。また、これ以外の原因として河川規模や改修による河道の変化が少ないことも考えられる。

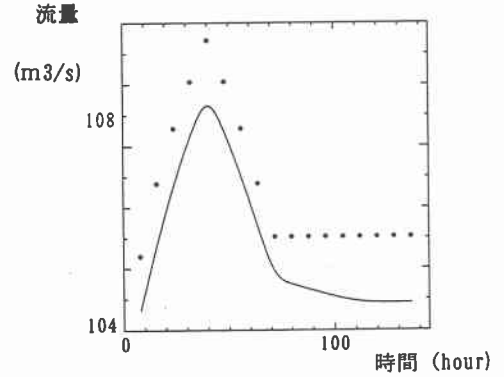


図4. 石山における水位のハイドログラフ

5. 参考文献

- | | |
|-------------|----------|
| 1) 日本河川協会 | : 流量年表 |
| 2) 石狩川治水史 | : 北海道開発局 |
| 3) 豊平川治水史 | : 北海道開発局 |
| 4) 豊平川縦横断面図 | : 北海道開発局 |