

治水事業以前の石狩川流域における氾濫特性 -明治37年洪水の氾濫形態-

Characteristic of flood in the Ishikari Basin before flood improvement project-The flood in 1904-

北海道大学工学部
北海道大学工学研究科
北海道大学工学研究科
北海道大学工学研究科

○学生員 谷育美
フェロー会員 鈴木英一
正会員 山口里実
学生員 岩崎理樹

(Ikumi TANI)
(Eiichi SUZUKI)
(Satomi KAWAMURA)
(Toshiki IWASAKI)

1. はじめに

石狩川は流域面積が全国2位の14,330km²、幹川流路延長が全国3位の268kmという日本有数の大きさを誇る一級河川である。石狩川における治水事業の特徴の一つは、治水事業開始当時に積極的に捷水路事業を行ったことである。石狩川流域のショートカット工事は大正7年に下流の生振で始まり、昭和6年に通水した。その後、計29か所の地区で工事が進められ、昭和44年に砂川で通水、石狩川平野部における主なショートカット工事が完了した。(図-1)捷水路を設けたことにより、洪水水位及び平常水位が低下することになり、洪水に対する危険性の軽減と流域の開拓に大きく寄与している。

本研究で対象としている明治37年洪水はこういった治水事業の原点となるものであった。この洪水では岡崎文吉²⁾らによって水位観測が行われ、岡崎はその観測結果の解析を行い、石狩川の計画流量を8,350m³/s(対雁地点)と算出したことで知られている。この値は約70年にわたって計画値として用いられてきた。この明治37年洪水以降前出のようなショートカット工事をはじめとした治水事業が行われ、現在の氾濫形態は当時に比べて大きく変化したものと考えられる。本研究では、治水事業が行われる以前の石狩川流域における氾濫特性を明らかにすることを目的とする。岡崎らの観測結果に基づき検討するとともに、数値解析の手法を用いることで平面的な氾濫流の特性を明らかにする。

2. 明治37年洪水について

図-2は明治37年洪水による氾濫実績図である。この洪水により夕張川流域では13時間から40時間にわたり冠水し、当別地方では冠水が5日半にも及び、農産物に甚大な被害を及ぼした。また、上流部の青山渡船場では周辺に山が迫っており、平野部が狭くなっていることから発生した激流に飲み込まれ、4名の方が亡くなるという被害もあった²⁾。

2.1 岡崎らによる流量観測

明治31年に起こった洪水によって石狩川流域は大きな打撃を受けた。そのため北海道庁は治水事業を強力に進めることとし、北海道治水調査会が設立された。北海道治水調査会は、石狩川の三角測量、河川縦横断測量、氾濫原の地形測量などの調査を行い、明治36年に解散したが、この基礎資料をもとに、岡崎は洪水観測を周到な準備をもつ

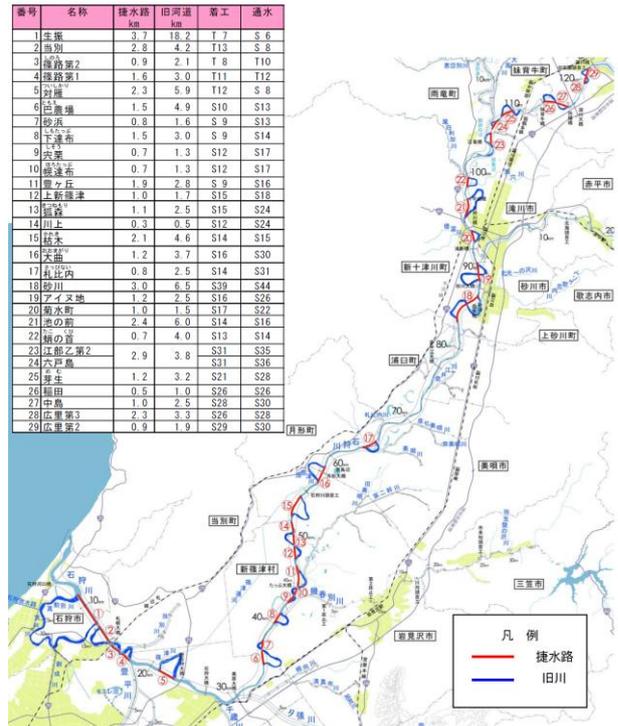


図-1 捷水路事業の沿革¹⁾

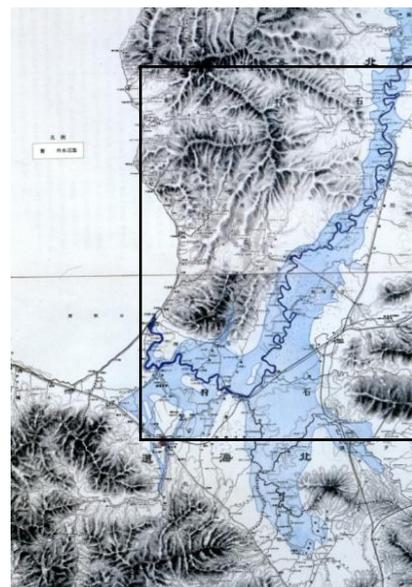


図-2 明治37年洪水氾濫実績図²⁾

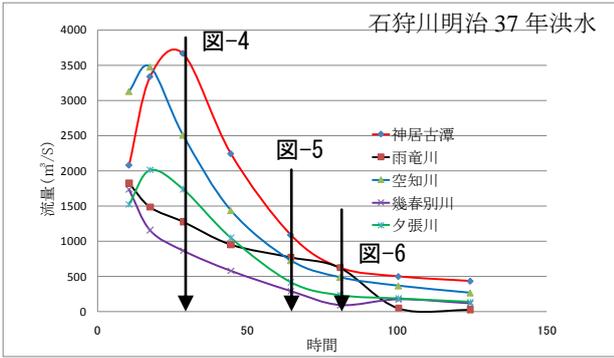


図-3 石狩平野に流入する流量(岡崎らの観測を基に算出)

て行っていた³⁾. その折に明治37年洪水が起こり、岡崎らは石狩川各地点で詳細な水位観測を行った.

(1) 観測領域及び観測項目

岡崎らによる観測は石狩川本川の神居古潭、滝川、月形、対雁、左岸二里九丁と支川の雨竜川、空知川、夕張川で行われた. 観測項目は河道内流量、河道外流量、氾濫量で、河道内流量は水位観測から事前の観測によって得られていたH-Q曲線を用いて流量を与えている. 河道外流量は直接の観測が困難なため、区間貯水量という考え方を導入している. 区間貯水量とは「石狩川治水の曙光-岡崎文吉の足跡-」では「河道をいくつかの区間に分け、その区間ごとに、ある瞬時に存在する河道外氾濫量のことであり、この量は、先の水位観測から算出される区間上下両端の河道外流下断面積を平均し、横断区間の距離を乗じて求める。」とされている. ここで岡崎らは蒸発・浸透量は総流出量の12%と推定している²⁾.

(2) 石狩平野への流入量

石狩平野への主な流入河川のうち岡崎らの観測結果より流入量が推定できる河川は雨竜川、空知川、幾春別川、夕張川の4支川である. 図-3に岡崎らの観測結果をもとに平野部に流入した流量を推定したハイドログラフを示す. 図には本川の神居古潭の流量ハイドロもあわせて示している. グラフ中の点が岡崎らによる観測点である.

(3) 平野部における氾濫形態

図-4から図-6は先に述べた観測について領域ごとの観測結果を図に示したものである. 図の示す範囲は図-1の枠内である.

図-4は洪水のピーク時で6月11日7時から6月11日18時の観測結果である. 図-3のハイドログラフの28.5時間の値であり、非常に大きな流量が流入していることがわかる. 図-2を見ると本川、支川ともに大きな流量が河道を流れており、特に上流の神居古潭では3,500 m³/sの非常に大きな流量が流れている. 氾濫は上流から下流にわたって広がっており、支川からの氾濫も見られる. 月形、対雁間の小支川の氾濫量が2,385 m³/sとピークを迎えており、それより上流部の滝川、空知川、雨竜川等ではすでにピークを過ぎていることから時間を追うごとに氾濫が上流から下流に伝わっていくことがわかる.

図-5は夕張川・千歳川の氾濫量のピーク時で6月12日

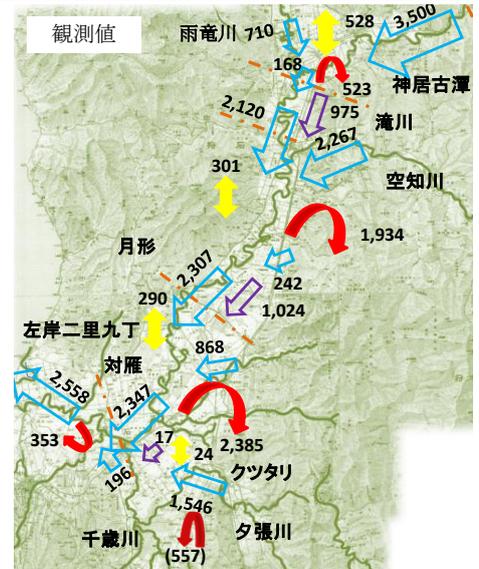


図-4 洪水ピーク時の氾濫形態⁴⁾

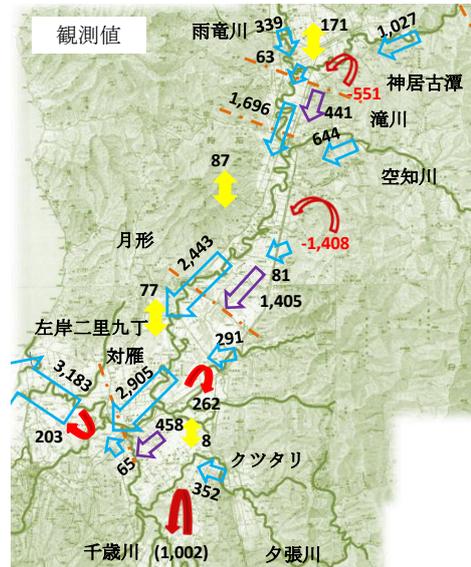


図-5 夕張・千歳川流域氾濫ピーク時の氾濫形態⁴⁾

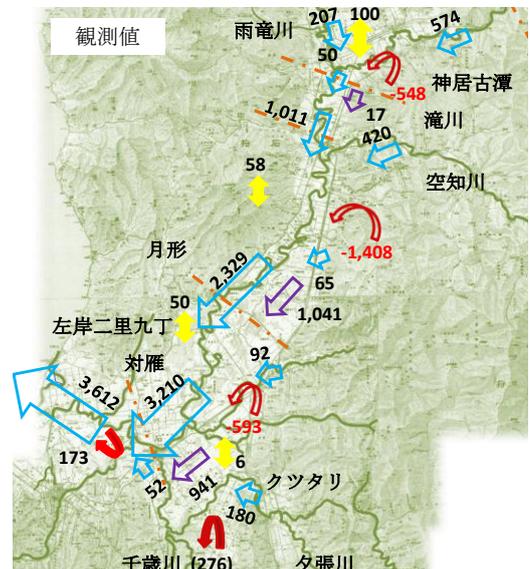


図-6 洪水終盤の氾濫形態⁴⁾

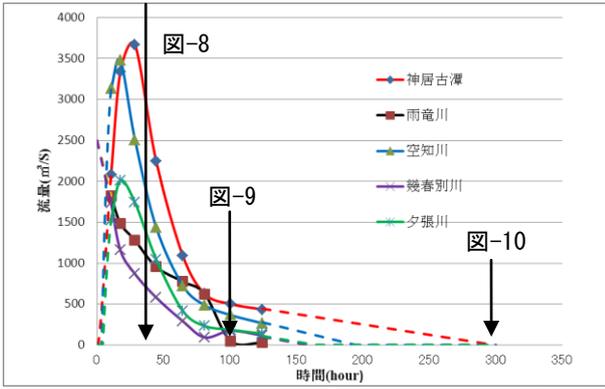


図-7 氾濫流の再現計算に用いた流量ハイドログラフ

の10時から6月13日の6時までの観測結果である。図-3のハイドログラフの64.5時間の値であり、本川および支川の流量ともにピークを過ぎている。この頃は本川では洪水が終息し始めており、上中流部では氾濫した水が河道に戻ってきていることから夕張川・千歳川の氾濫のピークが本川の氾濫のピークに比べて遅れていることがわかる。また図-4では上流の神居古潭、空知川など上流部の河道内流量が大きな値を示していたが、図-5ではそういった上流部の流量が減少しているのに対し、下流の対雁、左岸二里九丁では3,000 m³/sを超える大きな流量が河道内を流れている。これは上中流部で氾濫していた水が河道内に戻ってきたため、河道内流量が増加したものと考えられる。

図-6は洪水がほぼ終息している頃で6月13日の6時から6月13日の22時半の観測結果である。図-3のハイドログラフの81時間の値であり、流入量は本川、支川ともに低く時間的な変化量も落ち着いていることから洪水がほぼ終息している頃であることがわかる。本川ではほとんどの箇所では氾濫した水が河道に戻っているが、千歳川、夕張川流域では依然として氾濫が続いている。このあたりは千歳川放水路の計画もあったように水はけの悪い土地であり、そういった地形特性がこの観測結果にも表れている。

3. 氾濫流の再現計算

岡崎らの観測結果を時系列で見ていくことで、明治37年洪水の氾濫特性がある程度示されたが、観測値の精度については、まだ十分な検証は行われていない。そこで本研究では平面2次元の数値計算を行うことによって数理的に氾濫特性を再現することを試みた。

3.1 氾濫原の計算格子の作成

氾濫原の計算格子の作成には、石狩川流域の現況のLPデータを用いた。まず、250mの格子データを作成した。その際治水事業によって人工的に掘削された箇所に関するデータについては、現況のデータを用いず、周辺のデータより補完した値を用いることによって明治37年洪水発生当時の氾濫原とした。

計算は神居古潭、空知川、幾春別川、夕張川から流入させ、河口から排水させるように作成した。格子サイズは平均で約274mである。

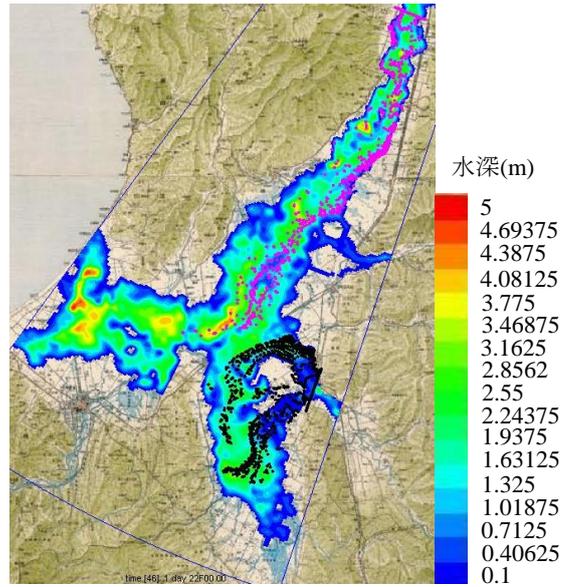


図-8 T=46時間の計算結果⁴⁾

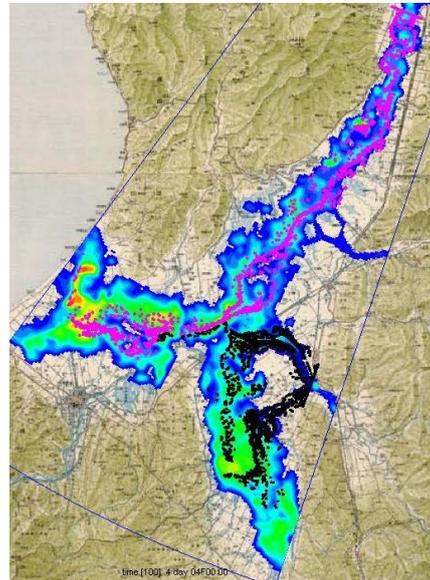


図-9 T=100時間の計算結果⁴⁾

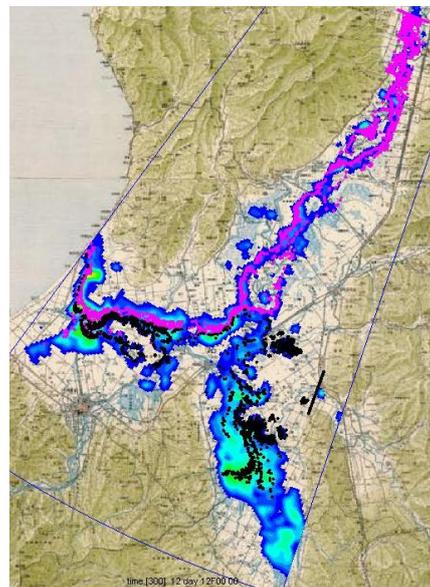


図-10 T=300時間の計算結果⁴⁾

3.2 流量について

本川及び各支川からの流入量は、図-3 に示したように観測値から推定される流入量を用いた。岡崎らによる観測は明治37年6月10日の13時30分から6月15日の18時まで、7時間半～一日間隔で行われている。岡崎らの観測は洪水が発生し、数時間経過した後から、本川の氾濫がある程度終息する頃（洪水開始から約124時間後）まで行われているが、本研究では洪水開始当初から、300時間後まで計算した。岡崎らの観測結果から得られたデータをもとに曲線の方程式を解くことで、岡崎らの観測終了後約176時間分のデータも補間し、計300時間の流量データを作成した。そのハイドログラフは図-7の通りである。

4. 計算結果と考察

計算の結果を図-8から図-10に示す。コンターは水深を示し、図中のピンクの中立粒子は石狩川本川を流れる水の流れ、黒の中立粒子は夕張川から本川に流入する水の流れを表している。

4.1 浸水範囲

図-8は計算開始から46時間後の氾濫の様子である。これは図-7のハイドログラフの矢印で示した値であり、非常に流量が大きく、洪水がピークを迎えている頃である。図-2の岡崎らの観測による浸水図と比較すると、数値計算における粗度や、流入条件の不確実さ等を考慮すると、多少の違いはあるものの、ほぼ浸水範囲は一致していると言える。

4.2 岡崎らの観測結果との比較

計算結果と岡崎らの観測結果との比較を行う。図-8を見ると氾濫域が平野部全体に大きく広がり、水深も大きくなっている。図-4は岡崎らの観測結果から推定した洪水のピーク時で、観測開始から約29時間後の様子である。この図を見ても氾濫量、河道内流量ともに大きく、大規模な氾濫が長時間続いていたものと推定される。

図-9は計算開始から100時間後の氾濫の様子である。岡崎らの観測開始から約29時間後の図-4、約65時間後の図-5では時間経過により本川の氾濫量が減少しているのに対し、夕張・千歳川の氾濫量が増加していた。その後も氾濫が継続し、図には示していないが、観測開始から約101時間の結果でようやく氾濫が減少傾向を示している。図-9を見ると計算開始後100時間で夕張・千歳川の流れが本川に合流し始めているのでそれまで夕張・千歳川流域で停滞していた流れが本川に合流し始めたことで氾濫が減少に転じたものと考えられる。

図-10は計算開始から300時間後の様子である。本川では氾濫が下流まで終息し、流れが河道に沿っているのに対して、夕張・千歳川流域では浸水が継続しているのがわ

かる。岡崎らの観測結果でも約80時間後において図-6のように夕張・千歳川流域では氾濫が続いていたが、本計算によるとその後300時間まで経過しても夕張・千歳川流域では氾濫流がまだ停滞している結果となった。

4.3 夕張・千歳川流域における氾濫流の挙動

明治37年洪水の氾濫形態の中でも特に興味深かった夕張・千歳川流域の氾濫流の挙動について考察する。

T=46時間(図-8)では夕張川からの流れが本川に合流できずに停滞している。このため夕張川からの流れが排水できずに氾濫が続き、本川での洪水が終息するところになって氾濫のピークがくるような現象が起こった。T=100時間(図-9)では本川での洪水が終息し始めており、T=46時間(図-8)では2m前後あった本川の水深が1m前後まで低下し、この頃やっと夕張川の流れが本川に合流し始めている。T=46時間では本川の水深が夕張川の水深より約1m高く、このことが夕張川からの流れが停滞していた原因であると考えられる。

5. おわりに

本研究では石狩川の治水事業前の石狩平野で起きた明治37年洪水について岡崎らの観測結果からその氾濫の様子を検討するとともに、数値計算を用いて氾濫流の平面的特性を明らかにした。その結果以下のことがわかった。

- ・明治37年洪水において本川の洪水のピークに比べて夕張川の氾濫のピークが遅れていた。その原因は夕張川の流れが本川に合流できずに停滞していたためであった。
- ・本川と夕張・千歳川の水位差によって夕張・千歳川からの流れが本川に合流できない現象が平面2次元数値計算によって再現された。
- ・岡崎らの観測結果と計算結果を比較すると、両者に氾濫形態の一致が見られた。

謝辞: 本研究を実施するにあたり、北海道開発局の担当者の方にはデータ収集等にご協力いただきました。また田中梢氏(北海道大学工学研究科)には貴重なご意見を賜りました。

ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 札幌開発建設部：石狩川河川整備計画，2007年9月
- 2) 北海道開発局：石狩川治水の曙光-岡崎文吉の足跡-，1990年2月
- 3) 財団法人 石狩川振興財団：石狩川 流域発展の礎・治水，2002年12月
- 4) 札幌開発建設部：石狩川流域図(ポスター) 大正末期：<http://www.sp.hkd.mlit.go.jp/>