# 2016年北海道豪雨によるペケレベツ川の災害状況の把握

Study on the disaster situation of the Pekerebetsu River caused by 2016 August flood in Hokkaido

北海道大学工学部	環境社会工学科国土政策学コース	C	)学生員	宮本具征 (Tomoyuki Miyamoto)
北海道大学大学院	工学研究院環境フィールド工学部門	博士研究員	正会員	久加朋子 (Tomoko Kyuka)
北海道大学大学院	工学研究院環境フィールド工学部門	教授	フェロー	清水康行 (Yasuyuki Shimizu)
株式会社水工技研			正会員	石田義明 (Yoshiaki Ishida)
寒地土木研究所	寒地河川チーム	研究員	正会員	岩崎理樹 (Toshiki Iwasaki)

# 1. はじめに

2016 年 8 月,北海道に連続して 4 個の台風が到来し, 北海道東部の帯広地区を中心に小規模・中規模河川の氾 濫や土砂災害が生じた.図-1 に,4 個の台風経路,および 最も大きな被害をもたらした台風 10 号による道内での 総降雨量を示す.図-1 (左図)より,はじめに 8 月 17 日 から 23 日にかけて,3 個の台風が北海道に上陸し,その 後,,,8 月 30 日に台風 10 号が接近したことが分かる.そ の他,はじめの 3 個の台風と,その後の台風 10 号の間に は,前線に伴う降雨も確認されている.図-1 (右図)よ り,台風 10 号により,北海道東部では中心に非常に強い 降雨が観測されたことが分かる.これより,,北海道東部 に位置する十勝川水系では,,全観測所 22 箇所のうち 12 箇所で観測史上最も高い水位が観測された.これは, 台風 10 号接近時,日高山脈近傍で地形性降雨が生じた ためと考えられている<sup>〇)</sup>.

上述したとおり、この豪雨により、北海道東部の十勝 川水系を中心に、大多数の河川において流路の大規模な 変化に伴う破堤, 氾濫, 土砂災害等が引き起こされた. なかでも、本研究で調査対象とするペケレベツ川は、被 害規模の大きい河川に該当する. 図-2 は、ペケレベツ川 下流域の市街地付近の被災状況である.図-2より、ペケ レベツ川では河岸が大きく浸食され、橋が崩落し、家屋 が流された状況が確認できる. こうした状況は,8月30 日夜間から8月31日深夜にかけて短時間で生じたもの であり、図-2のような大規模な流路変動の状況は、市街 地付近のみならず上流下流区間にわたって広範囲に確認 去れている. 流路の蛇行化に関する既往研究は多数存在 する<sup>1)</sup>が、今回、2016年北海道豪雨によってペケレベツ 川において認められた極めて短時間で急激に発達する大 規模流路変動現象は十分に解明されている状況にはない. そこで、本研究では、はじめに現地データを整理しペケ レベツ川での災害状況の把握を行い,続いて数値解析に より出水時の流れの状況を確認した.

# 2. ペケレベツ川について

図-3 に、ペケレベツ川の位置を示す.ペケレベツ川は、 日勝峠を上流端として下流端では佐幌川へと合流する、 北海道上川郡清水町を流れる河川である.図-4 に、ペ



図-1 台風経路(左図)と 台風 10 号による北海道内の総降水量分布図(右図) (一般財団法人日本気象協会資料より転載)



図-2ペケレベツ川下流域の市街地付近の被災状況 (北海道河川財団より提供,2016年9月1日撮影)



図-3 十勝川水系,ペケレベツ川の位置

ケレベツ川の S0~SP4650 区間の航空写真を示す.図-4 上図の、樹木の間を流れる細い川がペケレベツ川である.





位置関係が分かりやすいよう,図-4上図には橋脚の位置, 図-4下図には整備状況,勾配を追記している.図-4下図 に示すとおり,SP4650地点のペケレベツ川橋から上流側 は砂防区間に該当し,流路工(H13年工事完)が施され ている.一方,SP4650地点のペケレベツ川橋からSP1550 の新清橋までの区間は,平成2年から8年に小規模河川 改修工事が行われた区間であり,一部,多自然型川づく りが実施された区間が含まれている.,この多自然川づ くりの区間においては,上下流域に比べ,床固めと帯工 の設置数が比較的少なく,河川景観に配慮された区間と して整備されていた.

続いて河床勾配についてみてみると, SP4650 地点~ SP3592 地点の区間では 48 分の 1, それより下流の SP3592 地点~SP0 地点では 66 分の 1 と, 全体を通して 急勾配河川であることがわかる.河床材料は北海道の資 料によると, 図-4 に示す区間で大きな違いはなく, 15 箇 所の代表粒径を調査した, 平均値は 86.9mm であった. その他, ペケレベツ川の計画流量は, ナイ川流入地点 (図-4 に示す地点 A) にて 280m<sup>3</sup>/s, 下流端の佐幌川合 流地点(新錦橋から約 1800m 下流)においては 370m<sup>3</sup>/s

#### 3. ペケレベツ川の災害状況

である.

図-5 に,2016年北海道豪雨における台風 10 号通過後

のペケレベツ川の航空写真を示す.図-5,赤丸は、図4 上図の橋脚位置に対応している.図-4上図と図-5を比 較すると、出水前のペケレベツ川は樹木の間を流れる、 比較的流路幅の狭い河川であったのに対し、出水後のペ ケレベツ川は流路周辺の樹木の大半が流出し、流路がは っきりと確認できるほど河道が拡幅したことがわかる.

流れ方向

図-6 に、石山橋付近の出水後の状況写真を示す.図-6 には、オレンジの線で出水前の流路の位置を追記している.図-6より出水前後の川幅を比較すると、石山橋付近、 の旧流路幅がおよそ36mであったのに対し、出水後の 川幅はおよそ110mまで広がったことが確認された.これは、図-6から出水前後で流路位置が変化した状況が確 認できることからも、出水時に流路が左右に振れ、河岸 侵食されたためではないかと考えられる.

図-7に、石山橋の下流に位置するペケレベツ橋 (SP3055.8)の流路付近の状況を示す.図-7より、ペケ レベツ橋の下には礫が厚く堆積しており、河床が上昇し ている様に見て取れた.つまり、石山橋周辺では、河岸 侵食に伴う流路の拡幅と、低水路への土砂堆積の両方が 生じたと考えられる.なお、ペケレベツ川における橋の 崩落は、ペケレベツ橋より下流の石山橋、清見橋、さら に下流で佐幌川との合流地点付近の新錦橋において発生 した.いずれの場合も上記の通り河岸侵食に伴う流路の 拡幅が認められ、橋裏の道路下の河岸が浸食されたこと による落橋であることが現地調査結果より推察された.

上述した大規模な河岸浸食については、石山橋より下

流域に限らず,図-5からも分かるとおり,その他領域に おいても広範囲で確認されたが,図-8に示す SP4650よ り上流の流路工区間では,,異なる状況が確認された. 図-8より,流路工が施された区間では流路の拡幅および 河岸侵食が生じておらず,出水に影響がほとんど確認さ れないことが分かる.一方,流路工下流域では流路の位 置が大きく変化すると共に,川幅が数倍以上まで拡幅し た様子が見て取れる.これは,石山橋周辺と同じく, 流路位置が変化することで河岸侵食され,川幅が著し く拡大したと考えられる.なお,それに伴い,河川沿 いの樹木の大部分が流出した状況も見て取れる.

図-9 に、図-8 で示したペケレベツ川橋の橋下流域の 状況を UAV (Phantom4, DJI 社) で撮影した写真を示 す.図-8には、現地調査と写真から判定した河岸侵食 (崩落) 位置を追記している.赤線は比較的高い位置 での明瞭な崩落箇所,緑線は比較的低い位置での明瞭 な崩落箇所を示したものである. 図から推察すると, 始めに高い位置にて崩落が生じ、その後、低い位置で の崩落が生じたものと考えられる. つまり, 流路工下 流に位置するペケレベツ橋周辺では、出水に伴い 2 段 階での河床低下が生じた可能性が推察される. このよ うな2段階での河岸侵食が生じた要因には、おそら く、図-10に示すように元の河床材料の下に埋没してい た未固結の岩層(渋山層)が露出したため、途中から 侵食状況が変化したのではないかと推察される. な お、図-7 に示すように、上流側に比べて勾配の緩い下 流側では多量の土砂が堆積したように認められたが、 その要因の一つは、図-9および図-10に示すようにペケ レベツ川橋付近から下流数 km に渡って土砂生産の多い 領域が存在したためではないかと考えられる.

# 4. 数値計算による検討

# 4.1 計算条件

前節では、提供していただいた資料や現地調査によ り得たデータを整理しつつペケレベツ川の災害状況を 述べた.ここでは、ペケレベツ川の出水時における流 れの状況を把握するため、数値解析を行った.表1に 計算条件を示す.河床材料は一様砂とし、北海道の公 開資料より90mmとした.マニングの粗度係数は既往 文献<sup>2)</sup>にならい0.03m<sup>1/3</sup>s、流量は二段タンク法により 室蘭工業大学水資源システム研究室で求められた値を もとに、ピーク時流量を250m<sup>3</sup>/sとして図12に示すハ イドログラフを用いた.また、数値解析モデルはiRIC ソフトウェア<sup>3)</sup>のNays2D4.2を用いた.地形データは 国土地理院公表の数値標高モデル5mメッシュ<sup>4)</sup>を用 いた.解析メッシュのサイズはおよそ5m×5mとし、 河床変動なしの条件もと計算した.なお、支流の流入 は考慮していない.

#### 4.2 結果と考察

図-12 に、数値計算による流れの変化を水深コンター 図より示す.図-12 に示す①~④の記号は、それぞれ流 量が52.8 m<sup>3</sup>/s, 104.3 m<sup>3</sup>/s, 141.7 m<sup>3</sup>/s, 250.0 m<sup>3</sup>/s 時点の水 深コンター図を意味するものである.



図-6 石山橋付近の出水後の状況河道拡幅 (北海道より提供,2016年9月1日撮影)



図-7 ペケレベツ橋 (SP○) 流路付近の様子 (2016年9月6日撮影)



図-8 ペケレベツ川橋周辺の出水後の状況 (北海道,2016年9月1日撮影)



図-9 ペケレベツ川橋直下の出水時の状況,赤線:高い 位置での侵食箇所,緑線:低い位置での侵食箇所を示す (2016 年 11 月 16 日 Phantom4 にて撮影)



図-10 ペケレベツ川直下の流路付近の様子, 岩層の露出 している状況が見て取れる(2016年11月16日撮影)

まず,図-12-①より出水前の元の流路の位置の概形が わかる.続いて,図-12-②では,多自然川づくり区間に



(提供:室蘭工業大学水資源システム研究室)

おけるペケレベツ川橋下流の蛇行部前後にて,流れが流路から氾濫する様子が確認された.さらに流量の増えた図-12-③では,この蛇行部分で流路が拡幅いている状況が分かる.本計算では河床変動を考慮していないので,この部分で流路の切り替る状況は表現されなかったが,おそらく,ペケレベツ川では,この蛇行部から河岸侵食および流路位置の変化が生じたのではないかと推察される.なお,図-12-③では,上記の蛇行部の直下流部でも流路の2股が認められる.今後,河床変動を考慮することで,主流路が切り替り,流路の蛇行部が次第に下流域へと伝播するものと予想される.

図-12-④は、流量ピーク(250.0m<sup>3</sup>/s)時点の水深コン ター図である.図-12-④と、氾濫後の平面図である図-5 を比較すると、流れのみを対象とした本計算では、上述 した蛇行部およびナイ川合流地点より下流側での氾濫状 況は確認されるものの、図-5と比べて比較的小規模な災 害状況であることが分かる.これは、上述したとおり、 本計算では河床変動を考慮していないためと考えられる. つまり、河岸侵食を伴う流路位置の変化は、かなり下流 域の流路変動にまで影響を及ぼすものと考えられ、流れ のみを考慮した計算では、大出水時における災害規模を 著しく過小評価する可能性が推察された.

### 5. まとめと考察

2016 年北海道豪雨によるペケレベツ川の災害状況と

数値解析から認められた結果と考察を以下に整理する. ・現地調査データより、ペケレベツ川では流路工区間下 流域より、著しい河岸侵食と流路の蛇行化する状況が確 認されることが分かった.

・上流の多自然川づくり区間では河床が低下し,埋没していた未固結の岩層が露出する状況を確認できた.一方, 市街地付近の石山橋あたりでは,橋の崩落地点の状況から河床上昇したような状況が認められた..

・計算結果より,多自然川づくり区間に造成された蛇行 部では,河床変動を考慮しない条件であっても氾濫によ る流路の切り替えが起きることが示された.ただし,実 際の被災状況と計算結果を比較すると,数値計算による 氾濫状況は実際よりもかなり河床評価されたものであっ た.これは,河床変動を考慮していないため,主流路が 切り替り,流路の蛇行部が次第に下流域へと伝播する状 況が再現できなかったためと考えられる.つまり,流れ のみを考慮した計算では,大出水時における災害規模を 著しく河床評価する可能性が推察された.

#### 謝辞

本研究は土木学会水害調査団の調査一環として実施し たものであり、検討に用いた現地データは北海道から提 供頂いた.研究を実施するにあたり、公益財団法人河川 財団からの助成を受けた.ここに謝意を表す.

### 参考文献等

1) 桑村貴志,河合崇,永多朋紀:音更川における堤防流 出の原因分析(2011)

- 2) 日野幹雄:明解 水理学(丸善出版, 1983)
- 3) iRIC ソフトウェア http://i-ric.org/ja/
- 4) 国土地理院 基盤地図情報ダウンロードサービス http://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php
- 5) 東三郎, 高谷精二: 砂防学概論(鹿島出版会, 1991)
- 6) 室田明:河川工学(技報堂出版, 1986)
- 吉川勝秀, 妹尾優二, 吉村伸一:多自然型川づくりを 越えて(学芸出版社, 2007)

8) 平成28年8月20日からの大雨及び台風10号による
出水の概要 平成28年9月10日

北海道開発局建設部河川管理課水災害予報センター



図12:河床変動なしの計算による水深コンター図