

流量低下時に発生する河道の蛇行化と側岸浸食

Channel meandering and bank erosion at decreasing stages of discharge

北海道大学工学部

○学生員

高津教彰(Michiaki Takatsu)

北海道大学院工学研究院

正会員

泉 典洋(Norihiro Izumi)

寒地土木研究所

正会員

川村里美(Satomi Kawamura)

(株)水工リサーチ

正会員

佐藤大介(Daisuke Sato)

1. 背景

平成23年9月2日から7日にかけて北海道各地を台風と停滞前線の影響による記録的な大雨が襲った。十勝川管内でも9月5日正午から7日未明にかけて非常に強い雨が降り、十勝川水系の音更川では既往第3位となる流量が観測され、至る所で河岸侵食や流路変動が発生し、上流端から55キロ地点では左岸の側岸浸食により堤防の一部が流出する事態となった。

この堤防の流出は9月6日夜から7日未明の間に始まったものと考えられている。しかし、この豪雨によって出水がピーク流量を記録したのは音更川下流の音更川水位流量観測所の観測のデータを見ると9月6日6時30分となっている。堤防の流出が始まった6日の夜には流量はピーク時より100 m³/sec 少なくなっており、7日の明け方には半分まで減っていた。このような流量ピーク時から流量が低下していく過程で発生する側岸浸食の事例は平成28年に道東を襲った豪雨でも音更川、札内川で起こっている。

平成23年の事例を受けて、本研究は流量がピーク時から低下していく過程で水路にどのような変化が起きていくのか観察して、流量低下時に側岸浸食が発生した原因となるものを明らかにすることを目的として実験を行った。



写真1-1 堤防の流出箇所の様子(平成23年9月7日午後1時49分撮影) : 北海道開発局 帯広開発建設部 治水課、(独)土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループの調査データより引用

2. 実験概要

実験は2回行い、寒地土木研究所の実験用水路を使って行った。通水前の水路の形態は台形断面で移動床延長27m、上流固定床・下流固定床共に0.5m、高水敷幅1100mm、高水敷厚100mm、河道幅800mm、河床幅500mm、側岸勾配1:2.5、河床敷厚40mm、水面勾配1:200、移動床素材4号珪砂(粒径0.6mm~1.2mm)となっている。2ケースの様子を記す。実験の条件は下記の通りである。

		ケース1	ケース2
通水時間		3時間	3時間
時間経過 と流量の 変化	0:00~1:00	19L/sec	19L/sec
	1:00~3:00	19L/sec	毎分0.1L/sec減少
	3:00	19L/sec	7L/sec

表2-1 実験の条件

流れの変化が分かるように上流から7.5メートル地点から下流向きでビデオカメラでの撮影と上流から10メートル地点から20メートル地点の様子を水路の真上から2分おきに撮影した。また水の流れの軌跡が分かるように通水終了の10分前、つまり通水開始から170分経過した時点で上流から10メートル地点あたりから下流に向けてトレーサーを流した。最後に通水終了後の水路の横断方向の断面の様子を10cmおきに3Dスキャナーで観測した。

3. 実験結果と考察

ケース1では、通水開始直後から水路の拡幅が始まっていった。通水開始から60分を過ぎたあたりで上流から7メートル地点で右岸に、10メートル地点で左岸に砂



写真2-1 通水前の実験水路の様子

州が成長し始め、上流で出来た砂州が下流側に移動して110分を過ぎたあたりで上流から15メートルから16メートル地点にかけて右岸側に、19メートル地点に左岸側に側岸浸食が見られた。トレーサーを流したところ、ほぼ直進しているように見えた。

ケース2では、最初の1時間はケース1と条件が一緒のためケース1と同様の変化が見られた。ケース2では通水開始から70分を過ぎた頃、上流側で砂州が成長を始め、それが下流側に移動を始め、150分経過したのちに上流から12メートル地点で左岸側に、15メートル地点で右岸側に側岸浸食が見られた。ケース1では流れの蛇行が見られなかったが、ケース2でトレーサーを流したところ流れは目視で分かるほど蛇行していた。



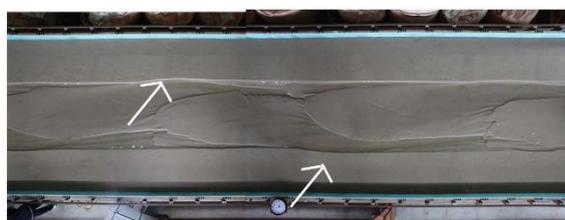
a)



b)



c)



d)

写真3 a) ケース1 通水開始から181分経過時のトレーサーの軌跡 b) ケース2 通水開始から175分経過時のトレーサーの軌跡 c) ケース1 通水終了後の水路の様子 d) ケース2 通水終了後の水路の様子(c,d)における矢印で示されている位置で側岸浸食が見られた)

ケース1とケース2を比べるとケース1の方がより大きく側岸浸食が起きていることが分かり、流れの蛇行に関してはケース2の方がケース1より波長が短く、大きく蛇行していることが観測できた。

ピーク流量時に河床に砂州が成長し、流量が低下すると同時に流速が低下し、それに伴い Froude 数と運動量が減少することで水の直進性が弱くなる。水の直進性が弱くなることで水が砂州の影響を大きく受け、水の流れが蛇行する。そして蛇行した水が側岸にぶつかることによって側岸浸食が進むのではないかと考えていた。しかし今回の実験では確かに蛇行は流量低下時の方が大きくしたものの浸食の面では思うようにはいかなかった。

4.今後の方針と課題

平成23年の音更川の事例では側岸浸食は、7~8時間以上かけて進んだものとされているため、今回の通水の3時間は短かったのではないかと推測し、今後は通水時間を延ばして実験をしていくことが必要なのではないかと考えている。流量に関しても実験では毎分0.1L/secずつ減少させたが減少の割合を変えたり、最初の流量を変更するなど流量に関しても改良を加えていければと考えている。また今回の実験の水路は4号珪砂を押し固めただけであったが、実際の河川では植生があり、河岸表面は多少の耐浸食性を持っているのではないかと感じ、河岸表面にモルタルを敷くなど浸食に対し強度を持たせる事を考えている。さらに今回の実験に関してまだ数値的な解析が出来ておらず、側岸浸食が最も進んだ時の音更川の Froude 数を算出することが出来れば、実験でも Froude 数を調節し、音更川に近い状況で実験が出来るのではないだろうか。

5.参考文献

- 1) 北海道開発局 帯広開発建設部 治水課、(独)土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ：平成23年9月2日からの停滞前線による大雨被害十勝川水系音更川の堤防の一部流出に関わる調査報告 pp1~23
- 2) 十勝川堤防調査委員会：十勝川堤防調査委員会報告書 pp2-1~2-23
- 3) M.Colombini, G.Seminara, M. Tubino : Finite-amplitude alternate bars, J Fluid Mech(1987) vol.181, pp213~219