土砂流入量と河岸侵食に関する移動床実験

国研)寒地土木研究所 寒地河川チーム　　正会員　○井上　卓也・山口　里実

１．目的

北海道の十勝平野を貫流する音更川では，2011 年 9 月出水と 2016 年 8 月出水（北海道豪雨）において，大規模な河岸侵食が発生し，堤防が決壊した（図-1）．被災箇所の上流には頭首工があり，被災区間の平均河床は過去 30 年間で約 1m 低下している．昨年の出水後も頭首工下流の著しい河床低下が観測されている．

昨年の北海道豪雨では，ペケレベツ川など多くの中小河川でも，頭首工や床止工の下流域において大規模な河岸侵食が発生しており，横断工作物による土砂動態バランスの変化が，河道の応答に影響を及ぼした可能性が示唆されている．

これまでに，交互砂州と土砂流入の関係を調べた研究[例えば 1)]はいくつか行われているが，河岸侵食や流路蛇行と土砂流入量の関係を研究した事例は少ない．そこで本研究は，頭首工や床止工によって上流からの土砂流入が限定された場合の河岸侵食傾向を把握すること目的に，移動床実験を実施した．

図-1　2016 年 8 月出水における決壊中の堤防（音更川・北海道開発局提供）

図-2　実験初期の様子

２．方法

実験では，動的平衡条件における流路変動を調査した山口・渡邊[2)]の実験と同じ水理条件を用い，上流端から与える給砂量だけを変化させた．ケース 1 の給砂量はゼロ，ケース 2 の給砂量を 0.07ℓ/min とした．なおケース 2 の給砂量は，山口・渡邊が行った動的平衡条件における給砂量の約 30%にあたる．水路延長は 3m，水路幅は 3m，水路勾配は 1/100 とし，初期河床には幅 0.45m，深さ 0.02m の低水路を模した直線水路が整形した(図-2)．河床材料および給砂材料は 4 号珪砂(0.77mm)とし，2.76ℓ/s 一定流量を 10 時間通水した．通水後，レーザー砂面計を用いて河床形状を計測した．計測区間は上流端から 4m～22m の 18m 区間とし，計測間隔は流下方向に 0.15m，横断方向に 5mm とした．

３．結果と考察

図-3 は本研究のケース 1, 2 および既往実験[2)]における比高差（初期高水敷面をゼロとした通水後河床高）のコンター図であり，図-4a は低水路比高の平均値（変動していない高水敷部分は含まない）の縦断図，図-4b, c は左右岸の侵食幅の縦断図である．これらよると，ケース 1，2 では，上流から 7～10m 付近右岸で流路が側壁に到達しているが，既往実験[2)]の流路は水路側壁に到達していない．水路壁に接している流路の長さは，給砂量の少ないケース 1 の方がケース 2 より長い．この要因として，7m より上流区間の河床低下によって排出された土砂が 7m 下流へ堆積し，砂州を発達させ河岸侵食を促進させた可能性を考えたが，図-4a の平均比高の縦断図を見て分かるように，ケース 1, 2 の 7～10m 区間に土砂は著しく堆積していない．また，砂州の波高を見ても(図-3)，ケース 1,2 の 7～10m 区間の砂州波高は，動的平衡条件で行われた山口・渡邊の実験結果と大きく変わらず，上流で洗掘された土砂の堆積が流路変動を助長させた可能性は低い．

上記 3 ケースの河床に二次元フーリエ解析[3)]を行うとケース 1 と 2 の卓越波数は縦断方向 2，横断方向 2 なのに対し，既往実験の卓越波数は縦断方向 4，横断方向 2 となり，土砂流入が限定されたことによって砂州波長

キーワード　河岸侵食，蛇行，複列砂州，土砂供給
連絡先　　〒062-8602　札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34　　TEL　011-841-1639

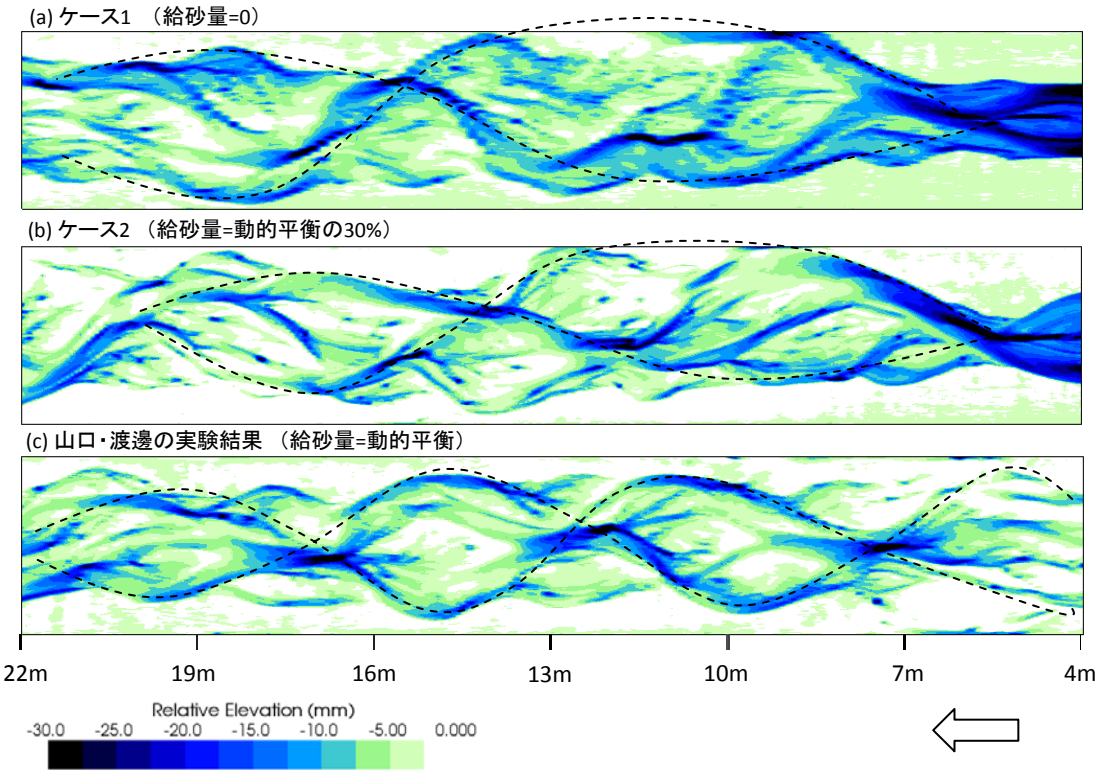

図-3 初期高水敷高からの比高差のコンター図

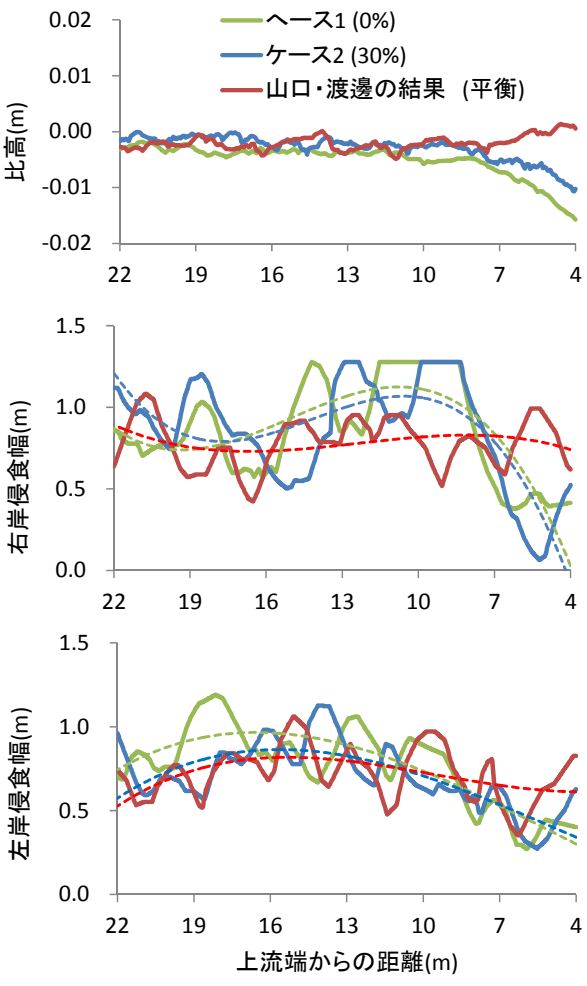

図-4 平均比高，河岸侵食幅の縦断図

が増加している（コンター図に描いた深掘れ部を繋いだ点線のような流路が卓越していると推測される）．

右岸と左岸の河岸侵食幅を巨視的に見るために，三次関数による近似を行うと（図-4a, b の点線），どのケースでも左右岸の平面形状に位相差があり，流路全体が緩やかに蛇行していることが分かる．蛇行振幅は，土砂供給が限定されているケース 1, 2 の方が動的平衡に比べ大きくなっている．この要因として，ケース 1, 2 では砂州波長が伸び，平面不安定に起因する蛇行波長に近づいた結果，両者が共鳴した可能性や，4m～7m 付近の深掘れによって，主流路の交番頻度が低下し，片岸の侵食が進行した可能性などが挙げられる．

4．まとめ

本研究では，音更川で発生した堤防決壊に土砂流入バランスの変化が影響していた可能性を移動床実験により検討した．実験結果から，給砂量が限定された場の方が縦断方向の砂州波長が大きくなると伴に，流路全体の蛇行が進むため，河岸侵食が堤防に到達しやすい可能性が示唆された．

参考文献

1) 高畑・泉：土木学会論文集 A2, 67(2), I_661, 2011.
2) 山口・渡邊：土木学会論文集 B1, 72(4), I_745,2015.
3) 長谷川・山岡：水工学論文集, 26, p.31-38, 1982.