

火山灰地を流下する河川の急激な河床洗掘の要因

土木研究所寒地土木研究所 ○谷瀬 敦
渡邊 康玄
吉川 泰弘

はじめに

十勝川水系渋山川では平成3年以降激しい河床低下が生じており、最も浸食が激しいところでは8m以上の河床低下が生じている。この原因は上流に出来た砂防ダムにより供給土砂量が減少したこと及び渋山川の河床材料が風化・洗掘を起こしやすい凝灰岩層(渋山層)の上に薄く氾濫源堆積物が覆っている構成であるため、上流からの供給土砂が止まったことにより渋山層が露出し河床低下を引き起こしていると考えられているが、本検討では、一次元河床変動計算を行い原因の解明及び対策工の妥当性の検証を実施する。

渋山川について

渋山川は芽室町で芽室川に合流する流域面積72.9km²の十勝川の二次支川で、標高1204mの剣山に源を発している。上流部は比較的なだらかな丘陵地を流下し、中下流部の周辺地形も緩やかな台地状を呈し、その緩斜面は主に農業に利用されている。河川の流路勾配は1/150～1/75程度の急流である。上流は砂防事業により砂防ダムや流路工の整備が進められ、昭和41年から平成元年まで砂防ダム2基、流路工6、438m

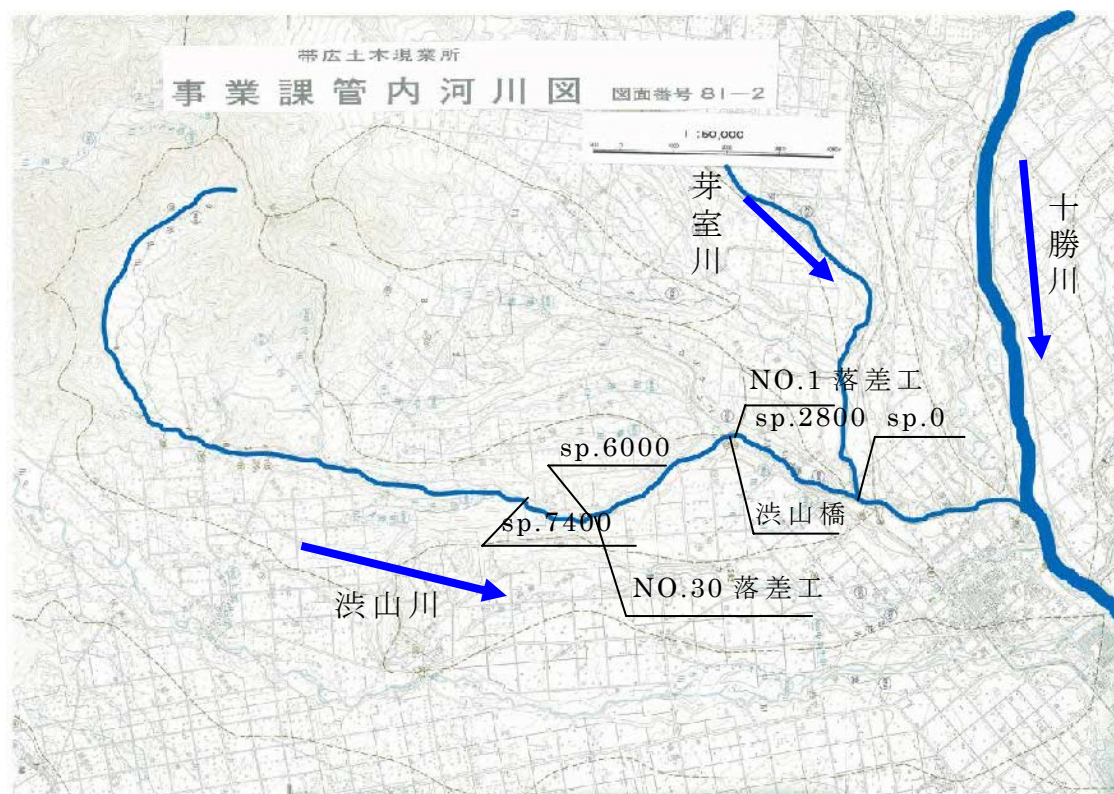


図-1 渋山川流域図

にも及ぶ大規模な工事が行われた。整備内容から推察すると当時の溪流荒廃度の高さがうかがえる。

下流部は主に災害関連事業で整備されている。渋山川の中下流部では砂防事業が終了した後から河床低下が始まり、特に顕著な区間は sp.3800 から、砂防流路工の最下流端である sp.5850 の間であり、平成 3 年から平成 13 年までの 10 年間で最大 8m 以上の河床低下が生じている。このため北海道では、砂防流路工の最下流端に床固め工を施工して、これ以上の河床低下の拡大を防ぐ対策を行っている。また、渋山川の下流端の芽室川合流点から 3km ほど上流には町道の渋山橋が架けられている。この地点においても河床の低下が生じ対策工として床止めが設置されている。

計算実施区間

1 次元河床変動計算を実施した区間は渋山橋下流にある NO.1 落差工(sp2800)から上流 sp7400 までであり、計算区間には NO.30 落差工から sp7400 の間に設置されている落差工群の区間も含んでいる。

計算対象流量

河岸の洗掘など河床の変動は、河床における掃流力が限界層流力を超えると生じる。積雪寒冷地の河川においては融雪洪水規模程度で支配されている。渋山川の河床変動計算の実施に当たって計算対象流量は平成 3 年から平成 12 年までの 10 年間の年最大日平均流量とし、計算時間は融雪出水 10 年分の 100 日間とした。しかし、渋山川では流量の観測実績がなかったため、十勝川本川の共栄橋観測

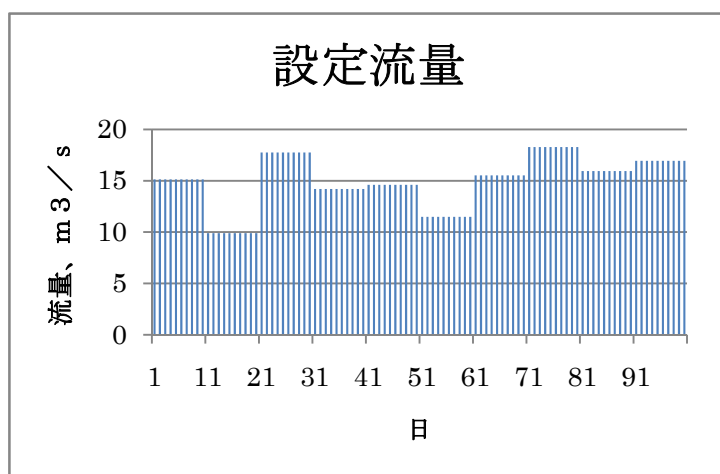


図-2 計算に用いた流量

所の観測流量から流域面積比を基にして、渋山川の流量を推定した。実際の河川では、小さな流域の河川ほど比流量は大きくなる傾向にあり、今回の方法で推定した流量は実際より若干小さめの値となることが想定されたが、年最大流量を 1 年当たり 10 日間流すという大きめの仮定で流量を設定しているため、流域面積比にしたことによる大きな差違はないものと考えられる。推定した流量の平均は約 15m³/s 程度であった。

計算断面

平成 13 年度に帯広土木現業所が行った 50m ピッチの縦横断測量と平成 3 年度に行っている 200m ピッチの河床高調査結果を基にして、平成 3 年度時点の 50m ピッチの河道断面の推定を行った。計算断面は低水路と高水敷の複断面として、低水路のみ河床変動が生じるという条件のもとで河床変動計算を行った。

河床材料について

河床材料の粒度分布は平成 16 年度に調査を行った結果を用いた。調査地点は sp.5600 付近で、 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 0.4\text{m}$ の体積に相当する試料を表層から採取してふるい分けを行った結果を用いた。計算では地盤を表層、洪山層、基層の 3 層にモデル化し、表層と基層にはふるい分けを行って求めた粒度分布結果をそのまま用いた。最大粒径は 200mm 、平均粒径は 16.79mm であった。中間の洪山層は粒径が細かい火山灰であり、ふるい分け結果による粒径加積曲線にも、 4.75mm 付近に明瞭な折れ点が認められたことから、 4.75mm より粒径の大きい部分をのぞき、粒径の小さい部分だけを抽出して新たに粒径加積曲線を作って計算に用いた。洪山層の最大粒径は 4.75mm 、平均粒径は 1.15mm とした。表層の層厚は上流から下流まですべて 20cm とした。中間層の洪山層の厚さは上流端から sp5350 まで 6m とし、sp5350 から下流は洪山層の層厚が徐々に薄くなるとし、sp3750 から下流で洪山層が存在しないとした。

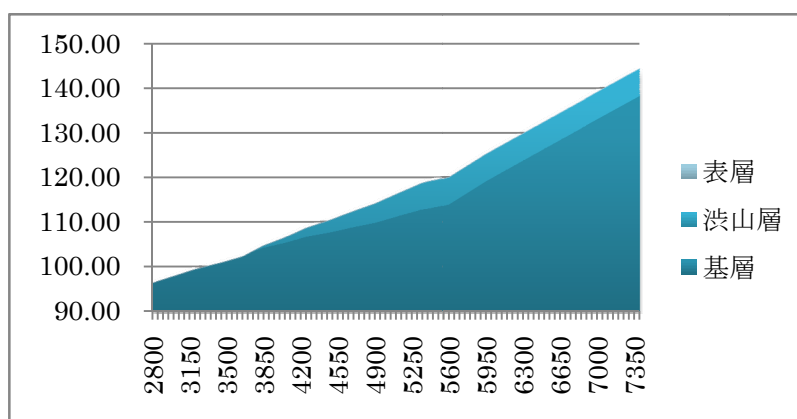


図 - 3 計算に用いた地層縦断図

計算の条件

洪山川の河床低下に対してどれくらい砂防ダムや落差工群が影響しているのかを算定するため、また、床止め工がどれくらい河床低下を抑制しているのかを算定するため、次の様な条件を想定して河床変動計算を行った。

- ケース 1：砂防ダム無し、落差工群無し、床止め工無し；人工の構造物がない自然の川の状態を想定して河床変動計算を実施。
- ケース 2：砂防ダムあり、落差工群無し、床止め工無し；砂防ダム建設の影響を検討するために、計算区間の上流端に砂防ダムが建設され、上流からの供給土砂量が 0 になったと想定して河床変動計算を実施。
- ケース 3：砂防ダムあり、落差工群あり、床止め工無し；砂防ダムの建設と落差工群の建設の影響を検討するために計算を実施。落差工群は sp5900 の地点から上流に向かって $50\text{m} \sim 300\text{m}$ 間隔で建設されている現況を再現。
- ケース 4：砂防ダムあり、落差工群あり、床止め工あり；河床低下の対策工として sp5750 に床止め工が実施されている現況に近い状況を再現して河床変動計算を実施。

計算結果

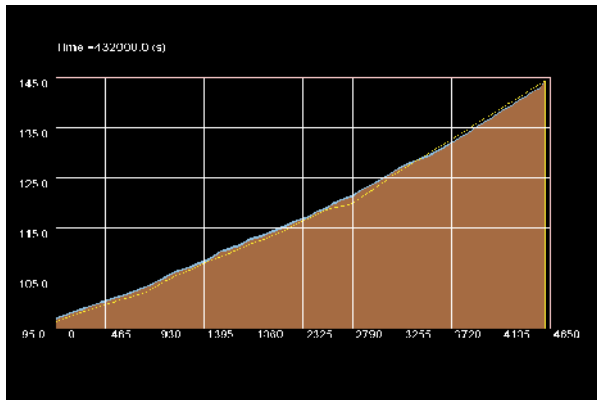


図-4 計算結果 ケース 1, 5 日後

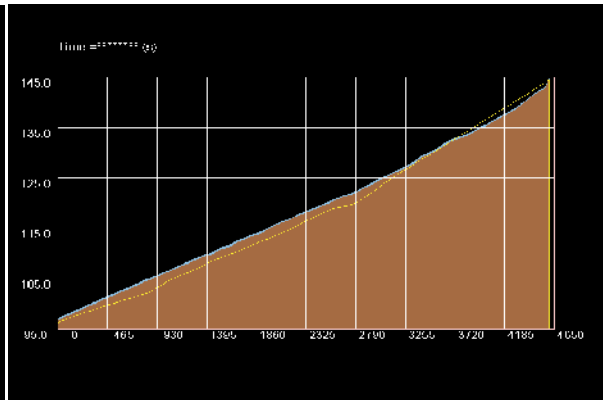


図-5 計算結果 ケース 1, 100 日後

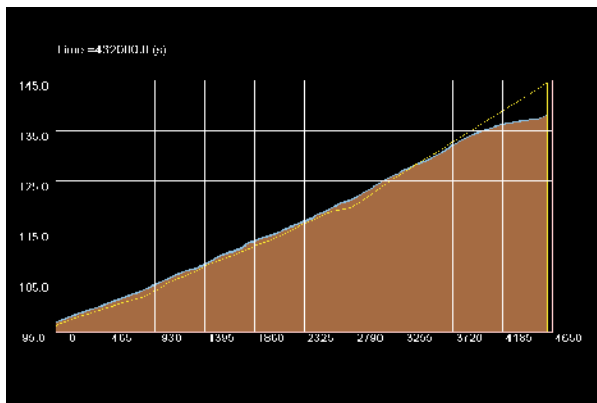


図-6 計算結果 ケース 2, 5 日後

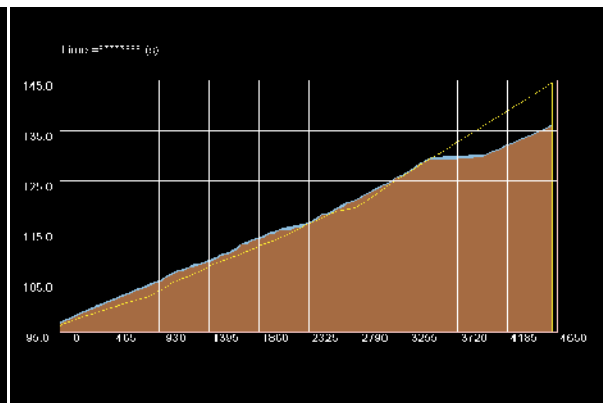


図-7 計算結果 ケース 2, 100 日後

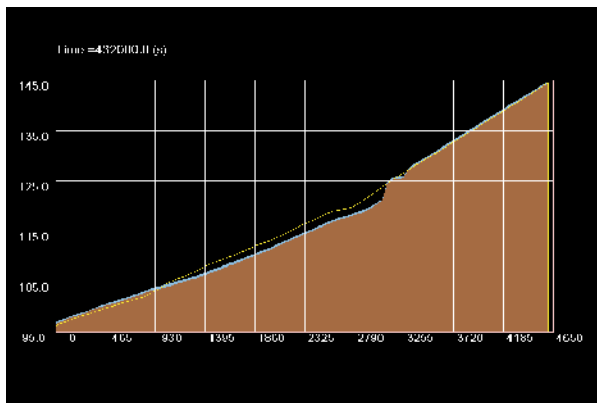


図-8 計算結果 ケース 3, 5 日後

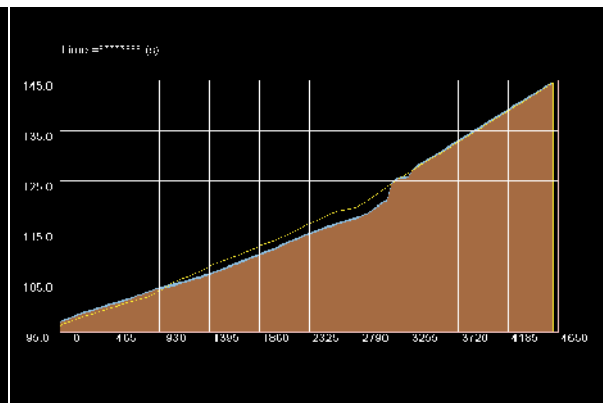


図-9 計算結果 ケース 3, 100 日後

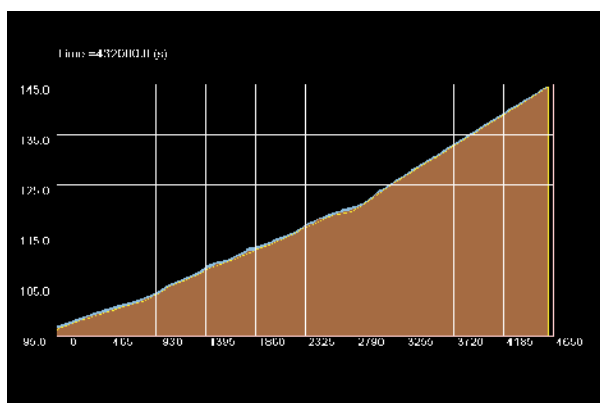


図-10 計算結果 ケース 4, 5日後

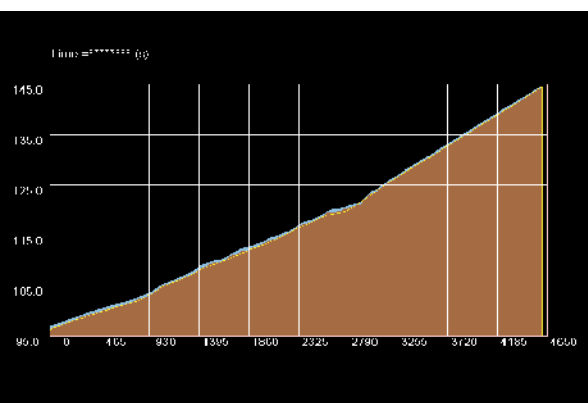


図-11 計算結果 ケース 4, 100日後

ケース 1：人工構造物のない自然の川の状態で、計算を行った結果、計算開始から 5 日後には上流部で若干の河床低下が生じたが、全般的にみて全区間にわたって顕著な河床変動は生じなかった。100 日後では上流部の状況は 5 日後と変わらないが下流部で堆積傾向が見られた。

人工構造物のない状態では、若干の河床の変動はあるが、比較的安定していることが分かった。

ケース 2：上流に砂防ダムが建設され、上流からの供給土砂がなくなったと仮定して河床変動計算を行った。その結果、計算開始直後から、上流端を中心に大きな河床低下を生じることがわかった。上流からの供給土砂がなくなり砂防ダムの直下の河床が洗掘され、それが下流に伝播していく状況が計算結果から示された。計算開始から 100 日後の状態を図-7 に示す。100 日後には河床低下を起こしている範囲が上流端から下流 1200m 迄の間であり、河床低下の影響が下流部にそれほど広がらないという結果になった。渋山川の現況の河川状態から考えると、河床低下の範囲がもっと下流にまで及んでもおかしくないケースであるが、計算結果では予想とは異なっていた。

ケース 3：平成 3 年当時の河川の状態を再現して砂防ダムと落差工群がある状態を想定して計算した結果、落差工群の設置された区間では、ケース 2 にみられたような上流区間での大きな河床洗掘はみられず、落差工群の下流端で河床洗掘が生じるという結果になった。このことから、落差工群により砂防ダムの建設の影響を緩和したといえる。しかしながら、落差工群より下流の区間に入ると、計算開始から 5 日目までに最大 4m 程度まで河床低下が生じた。これは、現況の渋山川と比較すると現況では最大 8m 以上の河床低下が生じているのが、計算では約半分の河床低下量しか生じないという結果であった。ただ、河床低下が生じた区間は現況とほぼ同じであった。

ケース 4：ケース 3 の河道に対して対策工として、落差工群下流端から 150m の地点に床止め工を設置したケースで計算を行った。その結果、計算開始から 5 日後及び 100 日後とも河床低下が生じず、安定した河道状況であることが分かった。この結果

から、砂防ダムの建設による河床低下の影響は、落差工群の施工と合わせて、床止め工を施工することにより防ぐことが出来たのではないかと思われる。

終わりに

河床材料が火山灰により構成され、河床低下が著しい渋山川において河床低下の要因と対策工を検討するために一次元河床変動計算を行った。その結果、砂防ダムが建設されることにより河床低下が生じ、その影響範囲は落差工群の設置の有無によって異なることが分かった。また、実際に対策工として行われている落差工群下流に床止めを設置することは河床低下を防ぐ対策工として妥当であることが確認された。