

平成 28 年 8 月豪雨における 十勝川水系の 2 溪流での河床変動の比較

北海道大学農学院 ○青木大輔 笠井美青

1. はじめに

大規模な出水により河川で侵食や堆積が激しく引き起こされると、河川の地形が大きく変わり流路沿いのインフラや市街地に被害を与える。北海道十勝川流域でも、平成 28 年 8 月に台風の連続上陸や接近に伴い記録的な出水が発生したことで、多数の河川で河床幅が拡がり、道路や農地、市街地などが被災した。近年は気候変動に伴い豪雨の増加が報告されており、今後も同様の河床変動の発生が予想される。大規模出水時の侵食や堆積の場合およびその規模を予測出来れば、災害軽減のための対策を立てる上で役立つ。出水時の侵食場と堆積場の出現の予測に関しては、Gartner ら(2015) によるストリームパワーの分布を用いた研究がある。ここでストリームパワーを Ω 、ある区間の流下距離を d とすると、 $\Delta\Omega/\Delta d$ が正の値をとる区間では侵食が発生し、反対に負となる区間では堆積が発生する。しかし、ストリームパワーは流水の状態を示す指標であり、現実には地質構造や河川に配備された構造物など場の条件も、土砂動態を決定する大きな要素となる。加えて、土砂の運搬様式が掃流か集合状態であることにより、Gartner ら(2015)が示した単純な関係に当てはまらないことも考えられる。以上のことを考慮した上で、本研究では、平成 28 年 8 月出水時に十勝川水系の隣接する 2 河川で生じた地形変化を対象に、ストリームパワーと河床変動との関係を調べた。

2. 調査地

調査は小林川(流域面積:32.7 km²、平均勾配:1.89 °、調査区間長:12.8 km)とペケレベツ川(流域面積 43.3 km²、平均勾配 2.24 °、調査区間長:12.6 km)で行った。両河川とも、源頭部には風化の進んだ花崗岩が分布し、平成 28 年 8 月出水時に土石流の発生源となった。この土石流の流下と堆積に伴い、山地部の河川沿いに分布する、固結度に乏しい周氷河性斜面堆積物が激しく侵食された。山地部を抜けた後の沖積平野でも、河岸侵食や土砂堆積が引き続き発生し、流路幅が拡大した。ペケレベツ川には泥質ホルンフェルスから成る狭窄部があり、2 基の砂防堰堤と床固工群が配備されていた。そのうち一基の堰堤は、出水の際に土石流によって破壊された。

3. 研究方法

ストリームパワー、 Ω (W/m) は $\Omega=\rho gQS$ (ρ : 水の密度 1000kg/m³、 g : 重力加速度 9.8 m/s²、 Q : 流量、 S : エネルギー勾配)の式から求められる。エネルギー勾配は、200 m 区間ごとに国土地理院の 10m DEM を用いて求めた。各区間の最下端部における平成 28 年 8 月の出水時流量は、十勝川水系内の 6 地点で出水時に観測されたピーク流量 Q_p (m³/s)とその地点での流域面積 A (km²)から得た回帰式 ($Q = 34.721A^{0.6533}$)より推定した。各区間の流域面積も、国土地理院の 10mDEM から作成した地形図を用いて計測した。ストリームパワー勾配は、 $\Delta\Omega/\Delta d = (\Omega_n - \Omega_{n-1})/(d_n - d_{n-1})$ から求めた。ここで n は 200 m 区間の番号である。ストリームパワー勾配と、侵食・堆積の場合および規模との関係を調べるために、小林川では 19 本、ペケレベツ川では 21 本の横断側線を河川沿いに約 500m 間隔で設置し、平成 21、28、29 年計測の LP データ、国土地理院による 10m DEM、WorldView-3 による衛星画像、現地測量から、出水前後の正味の変動面積を求めた。土石流の到達位置は、土石流フロントの堆積痕跡より判断した。

4. 結果と考察

ストリームパワーと、各横断測線における正味の堆積もしくは侵食量の流路沿いの変化を図-1 に示す。図-2 でも示されるように、ストリームパワー勾配と変動断面面積との間には、予測された関係がほぼ見られた。また、その関係に河川間の大きな違いはなかった。小林川にてストリームパワー勾配に対して侵食が激しく起こった地点、およびペケレベツ川にてストリームパワー勾配がほぼ-200 であるにもかかわらず侵食量がほぼ 200 m²であった、もしくは変動がわずかであった地点は、土石流の堆積区間に位置していた(図-1, 2 中

□で囲んだ点)。またペケレベツ川にて、ストリームパワー勾配がほぼ0の区間にて侵食量がほぼ200 m²であった3点は床固工群の直下に位置し、ここでは出水時には激しい下刻で基岩が露出した後に、側岸の侵食が激しく進んだ様子が観測されている。ペケレベツ川では、堰堤が土砂を堆積させた効果も図-2から明らかである。一方で、堰堤が破壊された区間にある測点は、予測された関係を満たしていた。図からは、ストリームパワー勾配が90を超える区間では侵食が優先して起こったことも分かる。関係からはずれた測点は、ストリームパワーが7万以上を示す区間

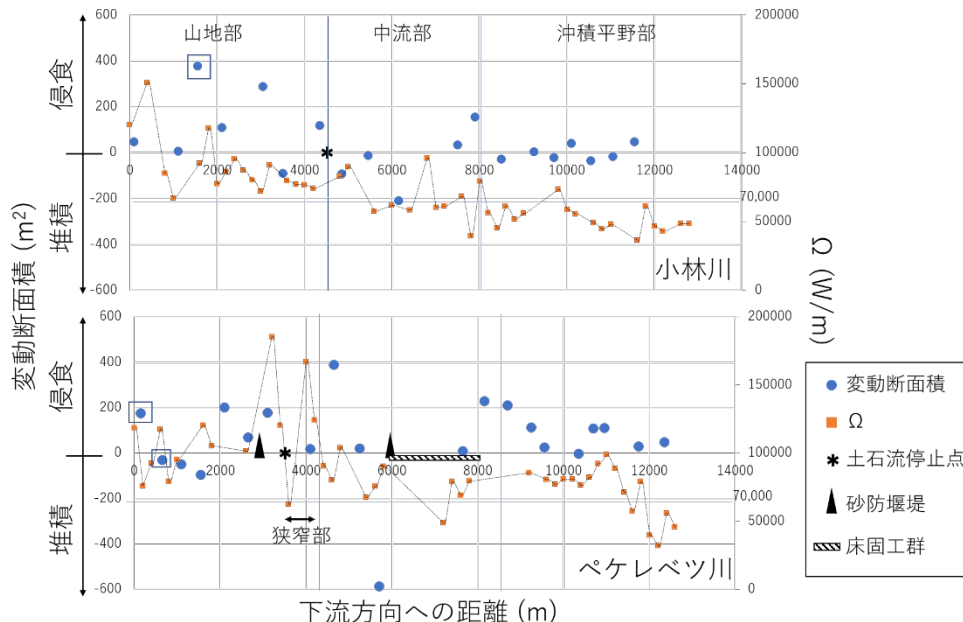


図-1 平成28年8月出水による各測線の横断面の変化と推定ストリームパワー

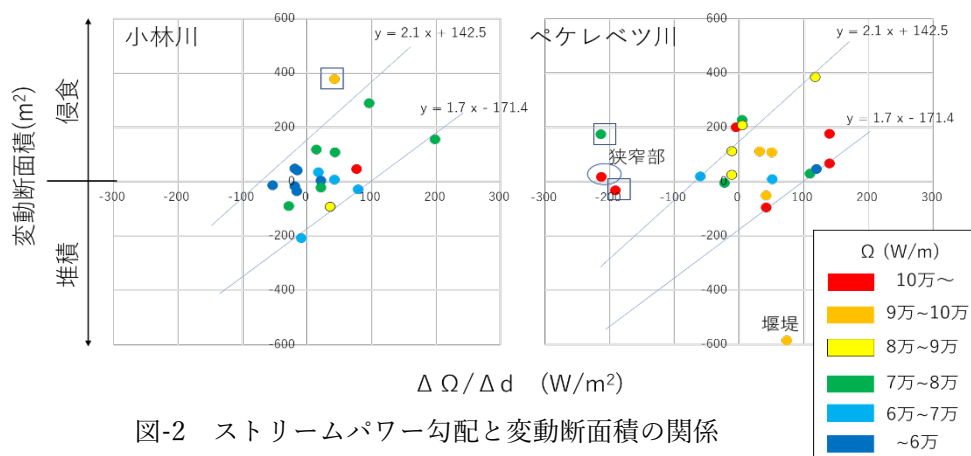


図-2 ストリームパワー勾配と変動断面積の関係

に位置していた。ストリームパワーが高いほど土砂の運搬能力が高くなり、堆積が一旦進んだとしても、その土砂はまた急激に運ばれてしまうことも考えられる。例えばペケレベツ川の狭窄部では、ストリームパワー勾配からは土砂堆積が見込まれるものの(図-2)、ストリームパワーが高く、かつ固い岩盤により谷が固定されているので、出水の前後には変動がほぼ発生していない。小林川ではストリームパワーが平均で70,000 W/mを超えるのは上流山地部のみであるが、ペケレベツ川では、上流山地部から下流沖積平野部の大部分を通じてその値を超える。すなわち、出水の際の河床変動の規模は小林川よりも大きくなることがストリームパワーの値からも示唆された。

5. まとめ

以上より、ストリームパワー勾配は、平成28年8月の出水の際に、侵食と堆積場およびその規模をある程度決定していたことが分かった。この値は室内で求めることが出来るので、大まかな侵食および堆積の傾向を予め対策の計画段階にて予測するために役立つと考える。また、ストリームパワーが高くなると、その場の地質や構造物、運搬様式により、河床変動の規模も予測された関係から外れることも分かった。今後は、外れる場合の条件や、出水がある場合に想定される変動について明らかにしていく。

6. 参考文献

John D. Gartner, William B. Dade, Carl E. Renshaw, Francis J. Magilligan, and Eirik M. Buraas, 2015, Gradients in stream power influence lateral and downstream sediment flux in floods, GEOLOGY, v. 43; no. 11; p. 983-986