

## 1 出水により満砂した不透過型砂防堰堤の堆砂土層の粒度組成

株式会社シン技術コンサル ○宮崎知与・澤田雅代・片桐碧衣・紙本和尚  
 北海道帯広建設管理部 梅津亮平・甲斐郊丞  
 北海道大学大学院農学研究院（現：国立研究開発法人 土木研究所） 林真一郎  
 北海道大学大学院農学研究院（現：政策研究大学院大学） 小山内信智

### 1. はじめに

平成 28 年(2016 年) 8 月 28 日～31 日の豪雨により、北海道十勝地方では大規模な土砂災害が発生した。本発表では、十勝清水町を流れるペケレベツ川における既設砂防堰堤の堆砂実態を把握するとともに、不透過型砂防堰堤の機能を確認することを目的とする。

なお、土砂災害については小山内ら（2017）、ペケレベツ川の土砂移動実態については宮崎ら（2018）に詳しく述べられているので、そちらの文献を参照されたい。

### 2. 土砂移動の概要

十勝川水系ペケレベツ川は、清水町の南部を流下して佐幌川に合流する流域面積 46.6 km<sup>2</sup>、流路延長 15.6 km の一級河川である。河床勾配は、1/66～1/2 と急勾配である。流域の主な地質は、先新第三系日高累層群の花崗岩及び花崗閃緑岩である。

流域内に 2 基の不透過型砂防堰堤とその下流に溪流保全工 2 km の砂防施設が配置されている。平成 28 年出水により発生した土石流は、上流にある 1 号砂防堰堤に到達し、衝撃により堰堤袖部が破損した。土石流は 1 号砂防堰堤下流で停止した後、掃流の土砂移動となった。2 基の砂防堰堤は、出水前に合計約 40 万 m<sup>3</sup> の空き容量があったが、出水後に満砂した（小山内ら, 2017）。

### 3. 調査方法

上流の 1 号砂防堰堤の堆砂は、土石流の堆積であり、堆砂地表面には 1 m を超える巨礫が多数確認され、未満砂の堰堤が土石流を捕捉した状況が確認できる。一方、下流の 2 号砂防堰堤の堆砂地の表層の粒径は、礫質から砂質へと流下方向に徐々に細くなっていることが確認され（宮崎ら, 2018）、不透過型砂防堰堤による粒径の分級作用が働いていることが示唆された。この分級作用の実態を把握するため、土質ボーリングによる堆砂土層の粒径調査を実施した。図-1 にボーリング調査位置を示すとともに、前年度（H29）に実施した堆砂地表層 0.2～0.5 m の深さの河床材料調査位置も示す。ボーリング調査は、通常、孔径 66 mm によって行っているが、表層の河床材料の粒径に



図-1 ペケレベツ川 2 号砂防堰堤堆砂域における調査位置

5～10 cm の礫を含むことから、孔径 116 mm のボーリング調査を行った。

### 4. 調査結果

#### 4.1 土質区分別の粒度組成

1 出水で堆砂した堆積物のため明確な堆砂層理は認められないが、ボーリングコアの観察により、土層の硬さ、粒度組成や粘土分の多い、少ない、色調などをもとに、H28 堆砂土を 5 つの土層に区分した（図-3）。分類した土層別に粒度試験を行った結果を図-2 に示す。図中には、土層区分に対応する表層の河床材料調査結果を重ね合わせた。これによると、土層別の粒度試験結果と表層の河床材料調査結果は、ほぼ、同様な粒度組成を示しており、φ 116 mm 口径でのボーリング調査により、堆積土層中の粒度分布調査の妥当性を示している。表層の河床材料調査結果と土層別の粒度試験結果の違いとして着目すべきは、0.075 mm 未満のシルト、粘土分の含有量である。表層の河床材料のシルト、粘土分は、0.2～2.4% であるのに対して、堆砂土層のシルト、粘土分は、0.3～15.3% と多い。通常、河床材料にシルト、粘土分は、ほとんど含まれないことは、洪水中に浮遊して堆積せず、より下流へ流出するためと考えられており、堆砂土層に多くのシルト、粘土分が含まれる

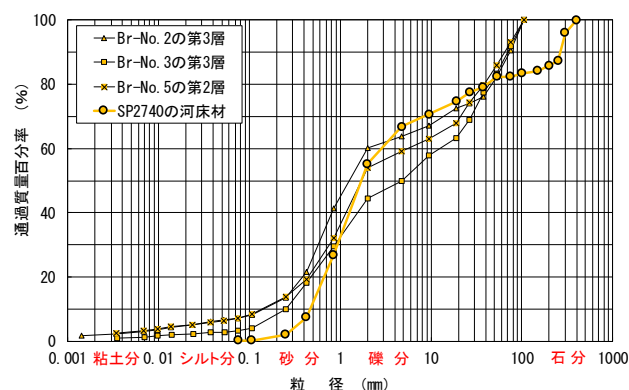


図-2 礫質土層(Ag)の粒度組成

ことは、流速の緩い状態での堆砂現象を示している。

## 4.2 土層縦・横断面図

調査の結果、Br-No.1, Br-No.3, Br-No.5, Br-No.6 により土層縦断面図、Br-No.2, Br-No.3, Br-No.4 により土層横断面図を作成した（図-3）。

土層縦断面図に示される2 mm以上の礫分の分布は、Br-No.3の元河床上3 mに認められ、Br-No.1にほとんど存在しない。Br-No.5からBr-No.6へと上流へ向かうにつれて多くなる。また、Br-No.3の礫質土層Ag層上面の高さは276.82 mであり、水通し天端高274.5 mより2.32 m高い位置となっている。Br-No.1に礫分が少ない原因は、洪水時に水通し天端以上に洪水位が上昇し、流下方向に流速が減じたため礫のほとんどが沈降あるいは移動停止し、堆積したためと考えられる。現地の堆砂面の粒径は下流から上流に向かって徐々に粗くなっていること（宮崎ら, 2018）、縦断面形の段差は認められないことから、明確な堆砂肩は確認できないものの、粒度の大きい玉石層は主に堆砂域上流に、粒度の小さい砂質土層は主に堰堤の直上流部に堆積しており、不透過型砂防堰堤の堆砂地において分級作用があることが分かる。

土層横断面図では、礫質土層Ag及び第1玉石層Ab1は、横断方向にほぼ水平に堆積している。第3砂質土層As3は、右岸側のBr-No.2において表層に分布しているが、河道中央Br-No.3、左岸側Br-No.4の表層は第2砂質土層As2となっている。横断線を見ると元の流路は右岸側のBr-No.2付近にあり、堆砂地盤が左岸側と比較して1~2 m高くなっている。また、流木が水通しの右岸側直上流の堆砂地に大量に堆積しており、洪水時の流心は元の流路に沿っていたものと思われる（図-1）。よって、As2及びAs3の分布の原因は、洪水時の流心となった右岸側においてAs3の堆積により満砂状態となり、後続流により左岸側上部にAs2が堆積したためと考えられる。

## 4.3 粗粒・細粒別の堆砂量

平成28年の土砂移動調査（宮崎ら, 2018）により、2号砂防堰堤に約51万 $\text{m}^3$ の土砂が堆積していることが判明している。土層縦・横断面図をもとに土層区分別の堆砂量を算出すると、砂質土層As1, As2, As3は、それぞれ、76,600 $\text{m}^3$ (15.0%)、150,500 $\text{m}^3$ (29.6%)、129,500 $\text{m}^3$ (25.4%)である。礫質土層Agは64,000 $\text{m}^3$ (12.6%)、第1玉石層Ab1は88,500 $\text{m}^3$ (17.4%)である。さらに、2 mm以上の粗粒及び2 mm未満の細粒別の土砂量を算出した結果、2 mm以下の細粒分が約40万 $\text{m}^3$ と79%占めていると算出される。

## 5. まとめ

以上より、掃流区間における不透過型砂防堰堤の堆砂域では、掃流運搬現象とは別に、沈降堆積現象が働いていることがわかった。沈降堆積現象は、不透過型堰堤の水通しによる洪水の堰上げに起因することが想定でき、多目的ダムの「ダム堆砂」のモデル（芦田ら, 1983）に近い分級作用が働いていると考えられる。また、不透過型砂防堰堤を越流した土砂は、主に2 mm未満の細粒土砂であったと推定されること、未満砂の不透過型堰堤は2 mm以上の粗粒分のみならず2 mm未満の細粒分を止める機能があり、下流への粗粒土砂の流出を防ぐとともに土砂混入率を低下させる効果があったと判断される。

## 引用・参考文献

- 芦田和男・高橋保・道上正規（1983）：河川の土砂災害と対策，森北出版，260pp。  
 宮崎知与ほか9名（2018）：周氷河斜面の崩壊・侵食に起因する大規模な土砂移動の実態—2016年台風10号によるベケレベツ川を例に—，砂防学会誌，Vol.71, No.2, p.22-33。  
 小山内信智ほか23名（2017）：平成28年台風10号豪雨により北海道十勝地方で発生した土砂流出，砂防学会誌，Vol.69, No.6, P.80-91。

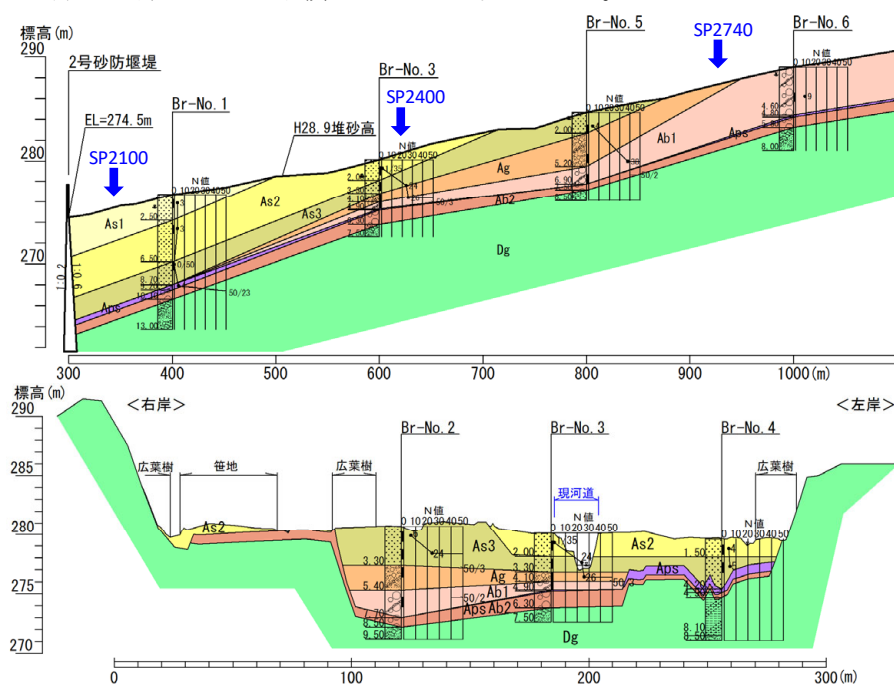


図-3 2号砂防堰堤堆砂域における土層縦・横断面図

地質時代	地層	土層・岩層名	記号	N値(平均)	記	事
第4新世	沖積堆積物(新堆砂層)	第1砂質土層	As1	3 (3.0)	淡褐～暗褐色を呈す非常に細かい細砂(真砂土)主体で粒径均一の土層。	
		第2砂質土層	As2	1~4 (2.7)	暗灰色を呈す細かい細砂(真砂土)主体で部分的に細礫混入。	
		第3砂質土層	As3	0~24 (10.5)	暗灰色を呈す粗い粗砂(真砂土)主体で非常に不均一な土層。	
		礫質土層	Ag	26~50 (38.0)	暗灰色を呈す不均一な砂礫主体でφ75~100mmの玉石(花崗岩)を混入。	
		第1玉石層	Ab1	9~50 (39.8)	暗灰色を呈す不均一な玉石(φ75~120mm, 花崗岩)主体で礫分混入。	
	沖積堆積物(旧堆砂層)	腐植土層	Aps	4 (4.0)	黒褐色を呈す粗砂(真砂土)主体で腐植物多量混入、腐木片点在。	
更新世	洪積礫質土層	第2玉石層	Ab2	50 (50.0)	灰白色を呈す不均一な玉石(φ75~150mm, 花崗岩)主体。	
			Dg	—	黄褐～暗褐色を呈す締まった砂礫主体で火山灰多量混入。	