

航空レーザ深淺データを用いた砂防堰堤の堆砂状況の把握事例

北陸地方整備局 飯豊山系砂防事務所 : 谷保 和則^{※1}、利根川 哲朗^{※1}、木津 佑輔^{※2}

アジア航測株式会社 : 〇山口 悠、柏原 佳明、中村 圭裕、實村 昂士、御園 隆、染谷 哲久

(※1 現所属: 北陸地方整備局 河川部 ※2 現所属: 北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所)

1. はじめに

砂防堰堤の機能及び性能を長期にわたり維持・確保するためには、堤体や付帯構造物の損傷・劣化状況を把握するとともに、砂防堰堤上流部の堆砂状況を経年的に把握することが重要である。砂防堰堤の堆砂状況の把握にあたっては、航空レーザ計測（以降、「LP 計測」という。）等で面的に計測することが効果的だが、湛水している場合など、LP 計測では水面下の地形が取得できず、詳細な堆砂状況まで把握できないことが課題であった。

本研究では、水面下の地形状況の取得が可能な航空レーザ深淺計測（以降、「ALB 計測」という。）を用いて、砂防堰堤の堆砂域等を計測し、堆砂状況や洗堀状況の把握を試みた。

2. 研究方法

2.1. ALB 計測条件と計測範囲の設定方法

本研究では、飯豊山系砂防事務所管内の荒川流域（新潟県側）及び加治川流域のうち、砂防堰堤 38 基（不透過型 18 基、透過型 20 基）を対象に ALB 計測を実施した。ALB の計測諸元を表 1 に示す。計測は植生の影響が小さい秋季に実施し、水面下の地形は 1m² に 1 点の計測密度を確保した。

計測範囲は、対象となる砂防堰堤下流から、推定元河床（元河床勾配で一定とする）と計画堆砂線（掃流区間は元河床勾配の 1/2、土石流区間は元河床勾配の 2/3）が交差する地点までの区間とした。ただし、区間内に砂防堰堤等の構造物や滝地形がある場合は、堆砂量が対象砂防堰堤以外の影響を受けるものとして、その地点までとした。また横断方向は、河床の横断地形を推定するため側岸を含むように計測範囲を設定した。

表 1 ALB の計測諸元

項目	計測諸元	
使用機体・機材	回転翼航空機、Chiroptera II	
対地高度	550m	
計測密度	水域: 1点/m ²	陸域: 10点/m ²
照射頻度	水域: 35kHz	陸域: 200kHz
スキャン頻度	水域: 1700rpm	陸域: 2914rpm
スキャン角度	±20°	
サイドラップ率	50%	
計測時期	2021年11月1日、2021年11月6日	

2.2. 堆砂量等の算出方法

堆砂量は、河道線に対して 20m 間隔で設定した横断図を用いて、砂防堰堤竣工前の河床の横断地形を側岸地形から

設定し、ALB 計測地形までを現況の堆砂範囲 (①)、平常時堆砂線までを貯砂量の範囲 (②)、平常時堆砂線から計画堆砂線までを調節量の範囲（土石流区間及び透過型）(③) とした (図 1)。また設定した範囲の面積から、平均断面法により現況堆砂量、貯砂量、調節量を算出した。

なお本研究における現況堆砂率については、掃流区間の不透過型砂防堰堤は「現況堆砂量/貯砂量」、掃流区間の透過型砂防堰堤は「現況堆砂量/調節量」、土石流区間では「現況堆砂量/(貯砂量+調節量)」として算出した。

不透過型砂防堰堤については、集水面積と竣工からの経過年より、集水面積当たりの年平均堆砂量を算出した。

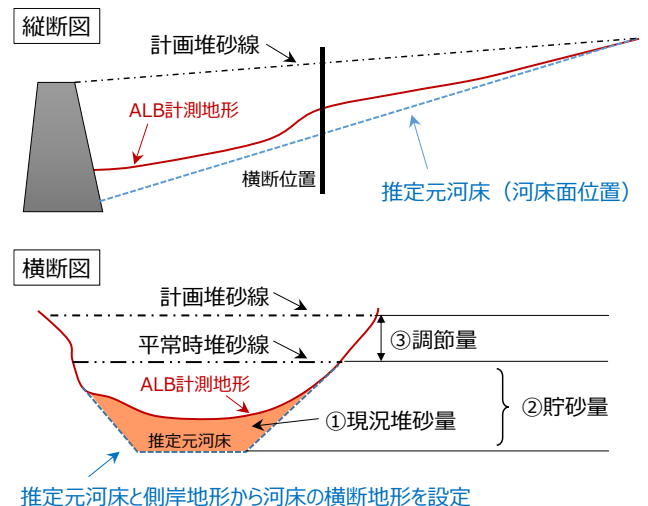


図 1 横断地形推定による堆砂量算出方法の模式図

2.3. 砂防堰堤の堤底付近の洗堀状況確認方法

ALB 計測で取得した砂防堰堤下流の地形から、堤底付近の洗堀状況の把握を試みた。砂防堰堤の水通し部から下流までの縦断図を作成し、水通し部の標高から砂防施設台帳に記載された堰堤高を減じた標高を堤底として、堤底と河床標高との差（余裕高とする）を算出した。

3. 結果及び考察

3.1. ALB 計測データの取得結果

ALB 計測により取得した、砂防堰堤堆砂域の水面下の地形状況の例を図 2 に示す。オルソフォトで水面となっている範囲の地形を赤色立体地図で確認すると、砂防堰堤の上流に局所的な洗堀地形や滞筋が確認された。このことから、現地測量との比較は行っていないものの、ALB 計測により水面下の河床地形を十分に取得できたと判断した。

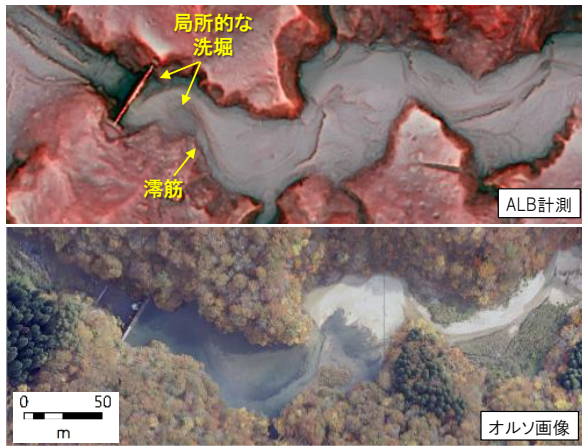


図 2 ALB 計測による水面下地形の取得結果の例

3. 2. 堆砂量の算出結果

3. 2. 1. 現況堆砂率の算出

算出した現況堆砂率を砂防堰堤の型式及び勾配区間ごとに図 3 に示す。勾配区間の違いに着目すると、掃流区間では不透過型砂防堰堤の四分位範囲が 65% から 81%、透過型砂防堰堤が四分位範囲 6% から 35% であった。また、土石流区間では不透過型砂防堰堤の四分位範囲が 24% から 57%、透過型砂防堰堤の四分位範囲は 12% から 27% に分布しており、不透過型砂防堰堤では、掃流区間の方が相対的に現況堆砂率が高い傾向となった。

不透過型砂防堰堤と透過型砂防堰堤を比較すると、不透過型砂防堰堤より透過型砂防堰堤の堆砂率の方が相対的に低かったが、一部の透過型砂防堰堤では、堆砂率が 40% 以上と相対的に高い施設が確認された。当該施設は、砂防施設点検において流木が透過部に詰まって閉塞していることが確認されており、透過部が閉塞したことにより堆砂したものと推察される。

堆砂状況の把握は、今後、除石などの維持管理に向けて有益な情報になると考えられる。

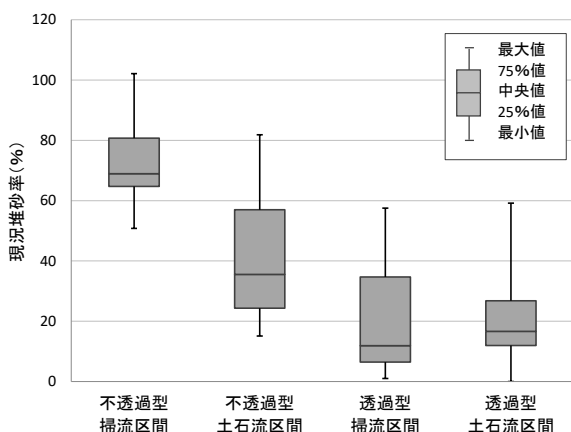


図 3 現況堆砂率の算出結果

3. 2. 2. 集水面積当たりの年平均堆砂量の算出

集水面積当たりの年平均堆積量の分布例を図 4 に示す。砂防堰堤が連続して配置されている場合、上流側に比べて下流側の方が集水面積当たりの年平均堆積量が小さい値を

示している流域が 3 つ確認された。これは土砂が、上流側に配置された砂防堰堤から堆積したことにより、上流側の砂防堰堤の値が大きくなった可能性がある。なお、下流側の方が集水面積当たりの年平均堆積量が大きい流域もあるため、集水面積当たりの年平均堆積量には様々な要因が影響しているものと考えられる。

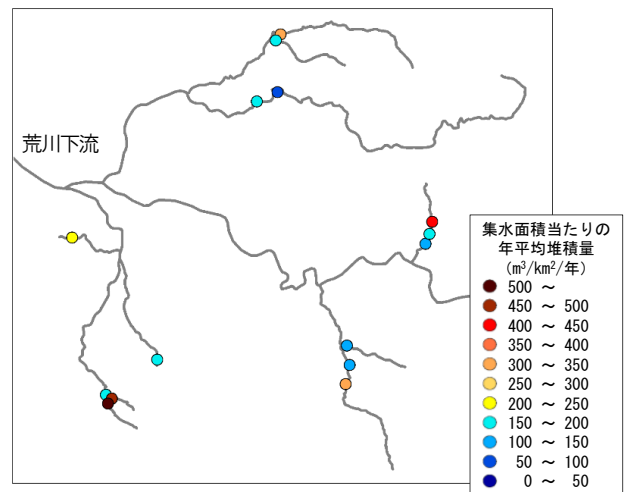


図 4 集水面積当たりの年平均堆砂量の分布例（荒川流域）

3. 3. 砂防堰堤の堤底付近の洗堀状況確認結果

砂防堰堤の堤底付近の洗堀状況を確認した結果、余裕高は 0m から 5.4m の範囲であり、5 箇所が 1m 未満となっていた。相対的に余裕高が小さかった施設の事例を図 5 に示す。

余裕高は 0.1m であり、現河床標高は堤底にはほぼ一致していた。ただし、カットオフの底部までは 2m 程度の余裕があった。当該施設は竣工から 43 年が経過しており、時間の経過とともに砂防堰堤直下の河床が洗堀された可能性がある。

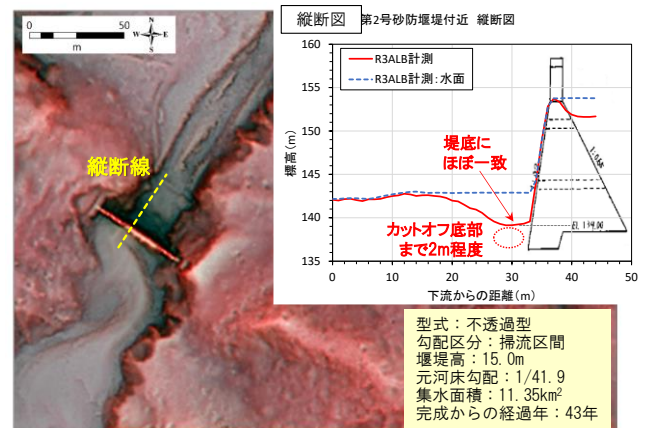


図 5 砂防堰堤下流部の地形状況の取得例

4. おわりに

本研究では、ALB 計測を行うことにより、水面下の河床地形を把握し、砂防堰堤上流部の堆砂状況や特徴を把握した。また、砂防堰堤直下の洗堀状況等も把握することができた。

本研究で取得できたこれらのデータは、除石管理計画や長寿命化計画を策定する場合の基礎資料や参考データとして活用可能であり、今後の適切な施設維持管理へ寄与できるものとする。