

砂防施設管理における航空レーザ測深の活用について

北陸地方整備局飯豊山系砂防事務所 宮島邦康 坂井等 山根恭子 成田心晴
アジア航測株式会社 ○戸谷千鶴 石川丈瑛 堀口礼頭 柏原佳明 染谷哲久

1. はじめに

砂防施設の機能・性能を長期にわたり維持・保持するためには、砂防施設の健全度を把握し、維持管理対策を的確に実施することが重要である。国土交通省では砂防施設の維持管理のための計画として「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案）」を策定している。

飯豊山系砂防事務所における砂防施設点検は、目視による確認を基本としつつ、一部はUAVを活用して実施しているが、飯豊山系砂防事務所管内のような山地河川に存在する砂防施設の点検では、施設へのアクセスや、本体基礎の洗掘等の水中状況の把握が困難であることが課題となっている。

このような中、令和4年8月3日に、1/100年確率規模を超える記録的大雨が発生した（飯豊町高峰「気象庁」で観測史上1位となる306mm/24hを記録）。この大雨により荒川流域内で多数の斜面崩壊が発生し、大量の土砂が流出した。

出水時の砂防施設の緊急的な点検は、平常時の点検とは異なり、広範囲に分布する多くの施設について、短期間で行う必要があり、アクセス路など安全確保が難しいことも多い。

そこで、本研究では、飯豊山系砂防事務所管内の荒川流域を対象に、広範囲かつ水中を面的に把握できる航空レーザ測深（以下、「ALB」）を活用して、本体基礎の洗掘状況および堆砂の進行状況を把握するとともに、今後の施設維持管理への活用の可能性について検討した。

2. 砂防施設状況の把握手法

荒川流域では、令和3年度および令和5年度にALB計測を実施している。この2時期の間に、顕著な土砂移動を伴う出水イベント（令和4年8月3日の大雨）が発生している（図-1）。このため、本研究では、ALBの計測データを活用し、砂防施設の洗掘状況と堆砂状況を把握した。把握手法のイメージを図-2に示す。

洗掘の把握は、ALB計測を実施している63施設を対象とし、砂防施設の水通しに対して垂直に縦断線を作成して、砂防施設の側面図と重ねることで本体基礎の洗掘の状況および変化を確認した。

堆砂の状況は、ALB計測を2回実施している33施設

を対象（不透過かつ未満砂の堰堤を抽出）に差分解析を行い、施設上流の地形変化域の判読・抽出、変動量を集計することで堆砂量の変化を推定した。

3. 洗掘および堆砂量の把握結果

3.1. 洗掘の把握結果

ALBデータを活用することで、これまで通常の施設点検では把握することの難しかった水中の洗掘状況および変化を視覚的に把握することができた。

砂防施設の側面図とALBによる地形データを重ねた結果、堤底から洗掘深までの差（残りの根入れ）がわずかである砂防施設が2施設確認された。

また、2時期のALBデータを重ねて洗掘の変化を確認したところ、洗掘の進行：9施設、変化なし：15施設、後退：12施設であった。残りの根入れがわずかである施設および洗掘が進行・後退した施設の状況例を図-3に示す。

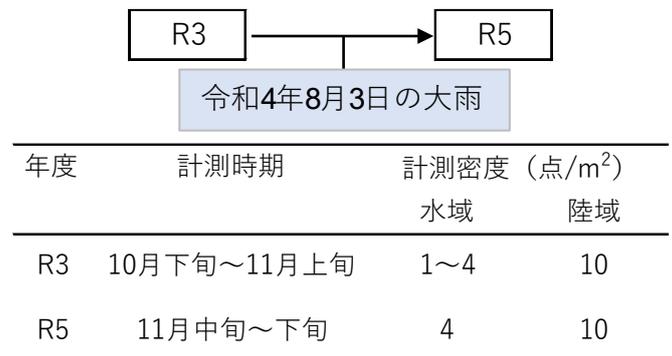


図-1 2時期のALB計測諸元

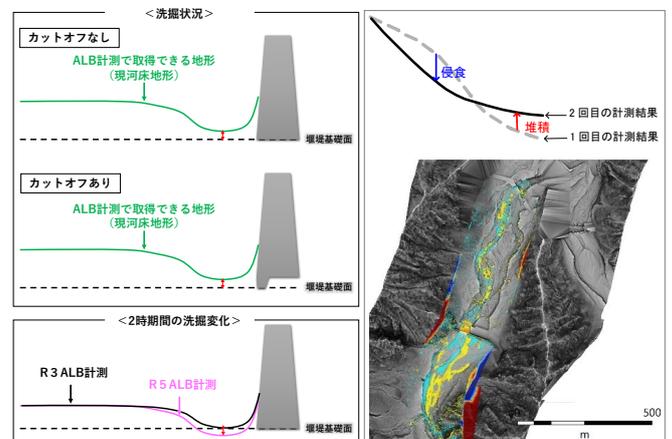


図-2 洗掘の把握手法（左）、堆砂量の把握手法（右）

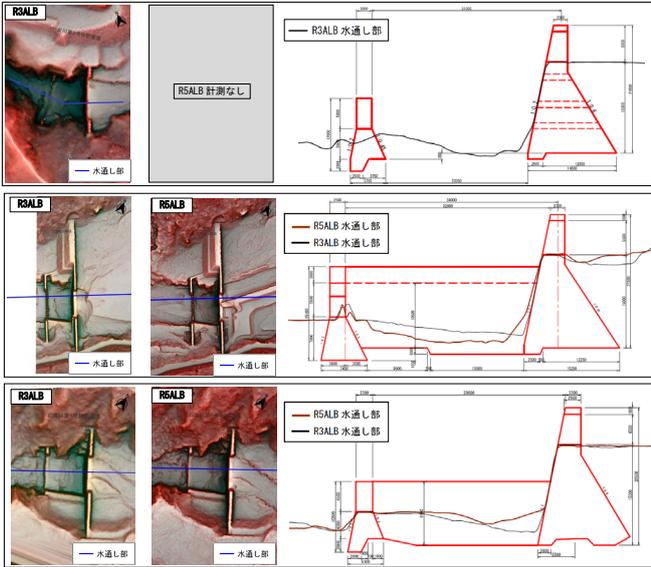


図-3 洗掘状況(残りの根入れがわずかな施設(上)、洗掘が進行(中)、洗掘が後退(下))

3.2. 堆砂量の推定結果

2 時期の ALB の差分結果から、砂防施設の堆砂量の変化は、施設ごとにばらつきがあるものの、33 施設のうち 29 施設は増加傾向にあり、多いところで 6 万 m³ 程度増加していた。

また参考として、ALB の差分解析による堆砂量と、LP の差分解析による堆砂量を比較した (図-4)。その結果、ALB の差分と LP の差分は概ね同様の値を示すが、数施設は両者で異なる結果となった。

4. 考察

洗掘状況の把握結果から、流域面積、洗掘の変化、令和 5 年度計測時点の残りの根入れ高さ、築年数、落差(水通し高さから洗掘深さまでの差、または水通し高さ)、流出土砂量、雨量の項目の関係性を確認した。

その結果、流域面積について、洗掘の変化との関係性が見られた。砂防施設の上流側の流域面積が大きいほど、洗掘の進行・後退度合いも大きくなることがわかった (図-5)。

推察の域は出ないが、上流からの土砂流出が多かった施設は洗掘が後退、反対に、土砂流出が少なかった施設は洗掘が進行した可能性がある。

なお、洗掘の進行・後退の度合いが大きい施設については、今後も定期的に ALB 計測を実施して状況を確認しておくことが望ましい。対象施設のうち、本体基礎の洗掘が進んでいる、または今後進行する可能性のある施設については、必要に応じて詳細調査 (UAV-ALB や潜水調査) を活用することが望ましいと考えられる。

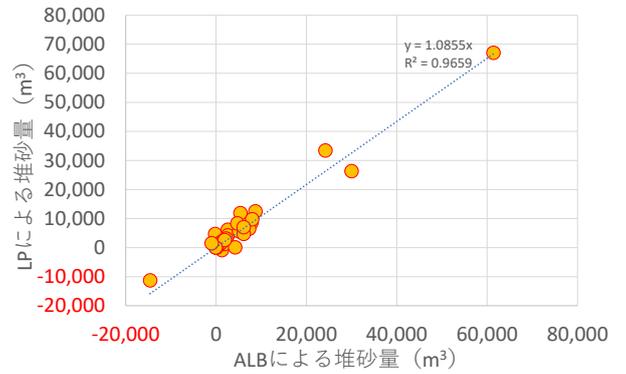


図-4 ALB 差分と LP 差分による堆砂量の比較

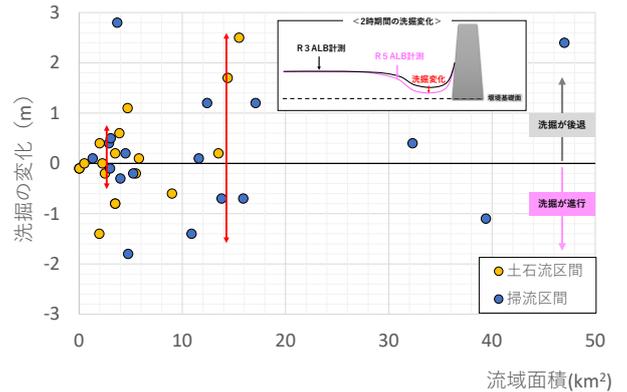


図-5 流域面積と洗掘の変化の関係

堆砂量の進行状況の推定結果から、ALB よりも LP の方が、堆砂量の多い施設があった。これは、2 時期の LP の各計測時期における水位の影響を受けたものと推察される。

5. おわりに

本研究では、航空レーザ測深データを利用し、砂防堰堤の前底部の侵食状況や、湛水している堆砂域の堆砂量の把握を試みた。

その結果、従来の施設点検では、把握が難しい水中の河床形状を平面的に把握できることがわかった。2 時期のデータを比較することで、侵食の進行や後退の把握することができるため、継続的な計測を行うことで施設の健全度評価に活用できる可能性がある。

また、砂防施設上流が湛水している場合には、正確な堆砂量の把握は困難であったが、航空レーザ測深を行うことで、堆砂量 (速度)、堆砂形状を把握できることが示された。流域の土砂処理、施設配置計画を考える場合、遊砂地構造の施設などで、除石を前提に土砂処理を行うことも考えられる。この場合、今回の把握したような堆砂量を複数回継続して算出し、堆砂速度に基づくランニングコスト等も考慮したうえで、最適な施設配置計画を決定することも考えられる。