

航空レーザー測深を用いた砂防堰堤の堆砂状況の把握

—飯豊山系砂防事務所における取組事例の紹介—

キーワード：航空レーザー測深 (ALB)、砂防施設効果、堆砂量、砂防計画、土砂移動

国土保全技術部 山口 悠・中村 圭裕・染谷 哲久・柏原 佳明
東日本空間情報部 御園 隆・實村 昂士

はじめに

近年の気候変動による降雨特性の変化と考えられる降雨量の増大に伴い、土砂災害の激甚化・頻発化が懸念されています。そのような中で、土砂災害を引き起こすような有害な土砂を捕捉する役割を持つ砂防堰堤には、土砂災害の減災効果がより一層期待されています。

砂防堰堤の機能および性能を長期にわたり維持・管理するためには、堤体の劣化や洗堀等の損傷の確認のほか、砂防堰堤の堆砂量を経年的に把握することが重要です。堆砂量の把握に当たっては、航空レーザー計測等で面的に

計測することが効率的ですが、湛水している場合など、航空レーザー計測では水面下の地形が取得できず、詳細な堆砂量が把握できないことが課題でした。

そこで今回、水面下の地形データの取得が可能な航空レーザー測深 (ALB: Airborne LiDAR Bathymetry) 計測 (以降、「ALB 計測」) を用いて、砂防堰堤上下流の水面下の地形を計測し、砂防堰堤上流の堆砂量や、砂防堰堤基礎部の洗堀^{※1} 状況の把握を試みました。本稿では、その取組事例を紹介します。

砂防堰堤周辺の地形データの取得

ALB 計測は、飯豊山系砂防事務所管内の荒川流域 (新潟県側) および加治川流域に整備されている砂防堰堤 38 基 (不透過型堰堤^{※2}: 18 基、透過型堰堤^{※3}: 20 基) を対象に実施しました。砂防堰堤堆砂域に植生が繁茂していると、レーザー光が遮断され河床地形が十分に計測できない可能性があるため、植生が衰退する秋季に計測を実施しました。砂防堰堤堆砂域の水面下の地形が詳細に把握

できるよう、水部においても通常の航空レーザー計測と同等の 1m² に 1 点の高密度な計測を実施しました。

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 1 に示します。オルソ画像で水面となっている範囲について、微地形表現に優れた赤色立体地図で地形を確認すると、局所的な洗堀地形や滞筋が確認されました。

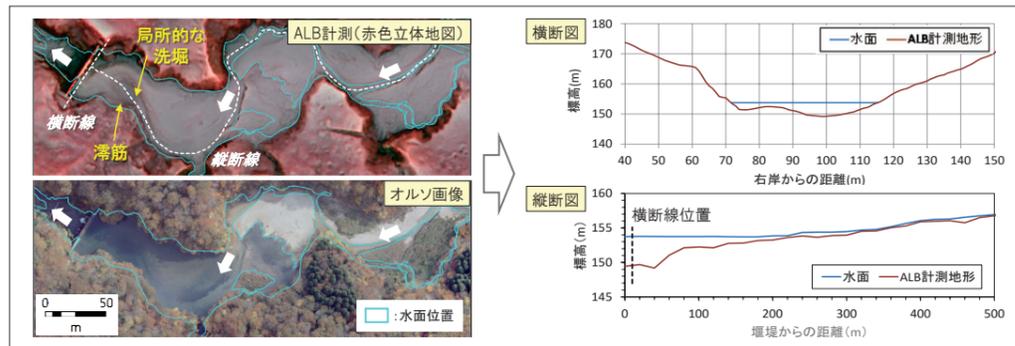


図1 ALB計測による水面下地形の取得結果の例

砂防堰堤上流の堆砂量の把握

20m 間隔で設定した河道の横断面をもとに、側岸地形の形状から堆砂部の側岸勾配を推定し、元河床勾配から元河床標高を設定して側岸地形と繋げることで、砂防堰堤竣工前の河床の横断地形を推定しました。ALB 計測地形と砂防堰堤竣工前の河床の横断地形の断面積の差を求

め、平均断面法を用いて堆砂量の算出を行いました (図 2)。平均断面法は、ある測点の断面積 (S₁) と次の測点の断面積 (S₂) の平均断面積に、2 つの測点間の距離 (L) を乗じて、2 点間の体積 (V) を簡易に算定する手法です。

$$V = (S_1 + S_2) / 2 \times L$$

砂防堰堤の規模などの条件により堆砂可能な最大量が異なるため、現況の堆砂量と砂防堰堤が有する最大の堆砂量の比 (現況堆砂率) を算出しました。

現況堆砂率の算出結果を図 3 に示します。不透過型堰堤と透過型堰堤を比較すると、掃流区間^{※4}、土石流区間^{※5}ともに透過型堰堤の方が、現況堆砂率が相対的に低い傾向でした。これは透過型堰堤が、平常時は土砂を下流に流下させる構造であるためです。しかし、一部の透過型堰堤では、現況堆砂率が 40% 以上と相対的に高い施設が確認されました。相対的に堆砂率が高かった透過型堰堤では、流木が透過部に詰まって閉塞しており、土砂が流下せずに堆砂が進んだものと考えられます。

現況堆砂率を算出することで、流木の除去や除石等の対策が必要な施設を把握することができます。また、不透過型堰堤においては、今後、ALB 計測を定期的実施していくことで、堆砂量の変化を把握することができ、どのくらいの頻度で除石等の対策が必要となるかなど、除石対策の検討等に活用できる可能性があります。これらを踏まえ、ALB 計測結果を活用することで、除石管理

砂防堰堤直下の洗堀状況の確認

ALB 計測で取得した砂防堰堤直下の河床地形から、堤底^{※6} 付近の洗堀状況の把握を試みました。砂防堰堤直下の縦断面図 (図 4) を作成し、水通し部^{※7} 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を算出しました。

相対的に堤底と河床標高との差が小さかった砂防堰堤の事例を図 4 に示します。現河床の標高は堤底にほぼ一致しており、堤底と河床標高との差は 0.1m でした。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ためと考えられます。

砂防堰堤直下の洗堀が進行すると、砂防堰堤本体の不安定化につながります。ALB 計測を活用することで、点検や調査が困難である流量の大きい砂防堰堤においても、洗堀状況を把握することができる可能性が示されました。

おわりに

ALB 計測を行うことで、砂防堰堤周辺の水面下の地形データを面的に取得でき、砂防堰堤上流部の堆砂状況や砂防堰堤直下の洗堀状況等を把握することができました。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として活用可能だと考えられます。

アジア航測では、今後もこのような事例を積み重ね、

※1 洗堀: 水や土砂の流れによって、水路の一部が掘り取られて生じる形態変化をいう。
※2 不透過型堰堤: 上流から流れてくる土砂を堰堤に貯めて土石流などの災害を防止する形式。
※3 透過型堰堤: 本来の水通し部に透過部断面を有し、平常時の堆砂を抑制する型式。

計画などを検討するに当たって有益なデータの取得が可能であることが示されました。

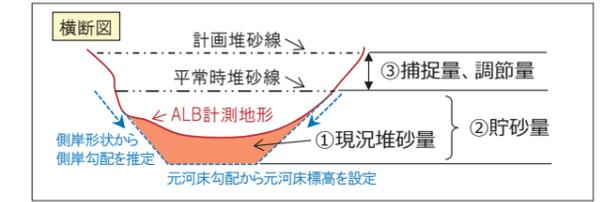
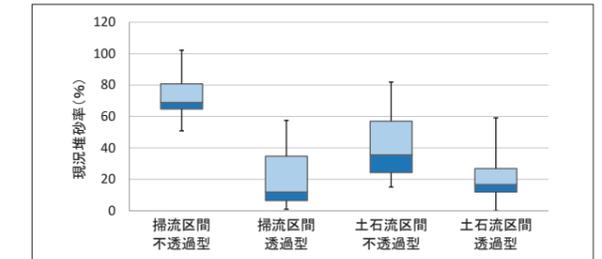


図2 横断地形推定による堆砂量算出方法の模式図



【現況堆砂率の算出方法】
・掃流区間の砂防堰堤 (不透過型) : 「現況堆砂量/貯砂量」
・掃流区間の砂防堰堤 (透過型) : 「現況堆砂量/調節量」
・土石流区間の砂防堰堤 : 「現況堆砂量/(貯砂量+捕捉量)」

図3 砂防堰堤の現況堆砂率の算出結果

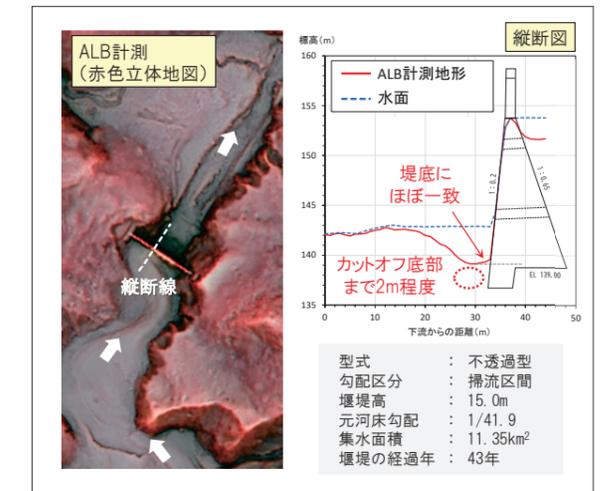


図4 砂防堰堤下流部の地形状況の取得例

より精度が高いデータを効率的に取得するための手法の改良に取り組んでまいります。

本内容は、国土交通省北陸地方整備局飯豊山系砂防事務所から受託した業務成果の一部を記載したものです。ご協力いただいた関係各位に、厚く御礼申し上げます。

※4 掃流区間: 土砂の流出が流水による各個運搬の状態で行われる区間
※5 土石流区間: 土砂の流出が集合運搬の状態で行われる区間
※6 堤底: 砂防堰堤の底面のこと。
※7 水通し部: 砂防堰堤の中央部天端を低くして越流水を集中させる箇所のこと。