

# 航空レーザー測深（ALB）を活用した 河川状況の把握と今後の展開について

川野 竜平

兵庫県 土木部 河川整備課 河川武庫川整備班（〒650-8567兵庫県神戸市中央区下山手通5-10-1）

本論文は、水中測量が可能で陸上から川底までをシームレスに三次元地形データが計測でき、面的かつ連続的な河道形状の把握が可能となる航空レーザー測深を用いて、大河川において連続的に河川全体の堆積土砂や、洗掘状況を把握をしていき、より高度な河川管理を構築することを提案する。さらに航空レーザー測深を用いれば、これまで目視で判断していた堆積土砂撤去や樹木伐採の優先度を明確化し、効率的かつ計画的に河道管理を行うことができると期待できるため、現在の途中経過を報告するとともに、今後の展開について考察していくものである。

キーワード 航空レーザー測深（ALB）、事前防災、河川管理の高度化

## 1. はじめに

近年、豪雨災害が激甚・頻発化し、水害リスクが増大する中、現況河川の治水機能が出水時に最大限発揮できるよう戦略的な維持管理の必要性がこれまで以上に増している。その中でも、堆積土砂の撤去は河川の流下能力の確保に直結し、治水機能を維持するための重要な施策である。従前は、大規模出水で堆積した土砂は補正予算を組んで事後的に撤去してきたが、今後は事前防災の観点から、河川の有する流下能力を十分に確保するため、計画的かつ重点的に実施する必要がある。そのため、河川管理の高度化・効率化を目指し、従来の河川巡視（目視）に加え、水面下を計測できる航空レーザー測深機（図-1）（Airborne Laser Bathymetry（以下、ALB））による3次元測量を実施し、堆積状況等を把握することとした。

兵庫県では、令和2年度から加古川（兵庫県管理区間）・明石川・市川・千種川において、試行的にALBによる本川の測量業務を実施している。本論文は、その測

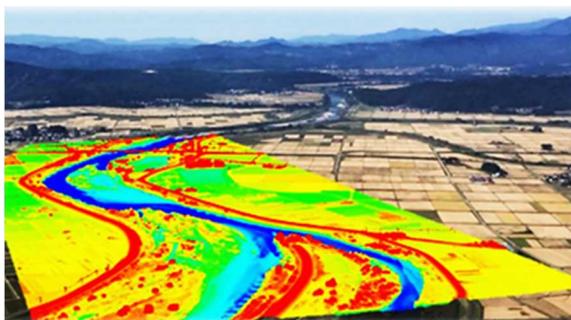


図-1 ALB計測イメージ

量結果をもとに土砂の堆積状況を分析し、堆積土砂撤去を計画的に実施するための優先箇所を選定に関する検討の取組について、途中経過ではあるが紹介する。また、ALBにより測量した3次元データが、今後どのような活用ができるか考察する。

## 2. ALBの概要と河川管理への活用

### (1) ALB測定の仕組み

ALBは、一般的に陸上部で使用されている近赤外レーザーと、水中の状態を把握するグリーンレーザー（水中の測深能力は約3m）を組み合わせ、従来の陸部の地形データと水底の地形や構造物の高さと座標を点群データとして測量する航空レーザー測量システム（図-2）である。従来の現地測量とは違い、広大な面積に対して縦横断測量の工程を大幅に短縮することができ、コスト面でも安価と一般的に言われている。また、危険な現地への立入が不要なため、作業の安全確保、環境への負荷を軽減できる。

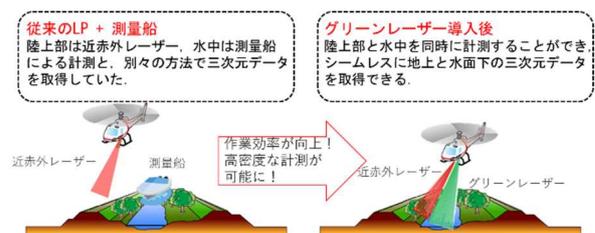


図-2 ALBのイメージ

計測データの照射密度は、1 m<sup>2</sup>の範囲で陸域は16点以上、水域は4点以上であり、計測精度は標高値較差の平均値の絶対値±0.25m（作業規程の準則）である。なお、本業務での成果では、-0.08～0.04mで良好な数値であった。

(2) 河川管理への活用

ALBにより水中の河床等の詳細な地形を把握できるため、経年的な変化を比較することにより土砂の堆積傾向などを把握でき、重点的に管理すべき箇所を洗い出すことが可能となる。また、河岸浸食の状況や護岸前面の深掘れの状況などを把握でき、定期的な測量を実施することでより正確かつ容易に河道の変化を捉えることができるため、高度な河川管理を実現することが可能となる。

3. 堆積土砂状況の把握と土砂撤去計画への活用

(1) 基準河床高及び土砂堆積率の設定

土砂堆積率を求めるためには、土砂撤去を実施する基準となる河床高を設定する必要がある。

まず、河川整備計画により計画河床高を設定されている区間はそれを採用し、計画河床高が設定されていない区間は、河川内横断工作物位置での河床高を縦断的に結んだラインを基準河床高とし、これを「土砂撤去基準河床高」とすることとした。

土砂堆積率については、H.W.L以下の断面において、堆積土砂が占める割合(図-3)とした。

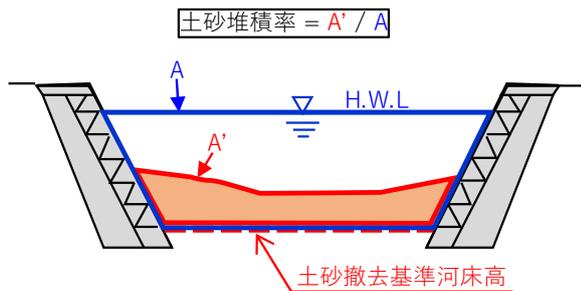


図-3 土砂堆積率の算定

(2) 現況流下能力を加味した優先度の設定

土砂撤去箇所の優先順位を検討するにあたり、単純に土砂堆積率だけで選定すると、治水効果に直結しない曖昧な選定となる可能性がある。そのため、現況流下能力を把握したうえで、計画流量と比較し、真に優先度が高い箇所を選定することとした。現況流下能力は等流計算により算定することとした。

(3) 箇所特性の整理

土砂が堆積しやすい箇所としては、河川合流部・湾曲部・橋梁部等があげられる。また、土砂撤去の優先度の指標として箇所特性を整理するため、河道形状（築堤、掘込み、パラペット、山付け）や背後地の状況等も整理することとした。さらに、優先度を明確にするために、DID地区に隣接している箇所と、各河川の洪水浸水想定区域を用い、想定最大規模洪水時の0.5m以上のメッシュが存在する箇所も併せて整理することとした。

(4) 諸条件から優先箇所の設定の提案

土砂堆積率、流下能力、箇所特性等を整理し、優先箇所を設定するため(表-1)に示すデータベースを作成している。

この表からは、⑦土砂堆積率と⑧流量比率を点数制として評価できるようにし、⑨にまとめている河川特性により加点していき、点数が高い箇所ほど優先度が高いこととする。そして、図4のALB測量結果図から洗掘状況や背後地等の状況を考慮のうえ、総合的に判断し、優先順位をまとめていきたいと考える。

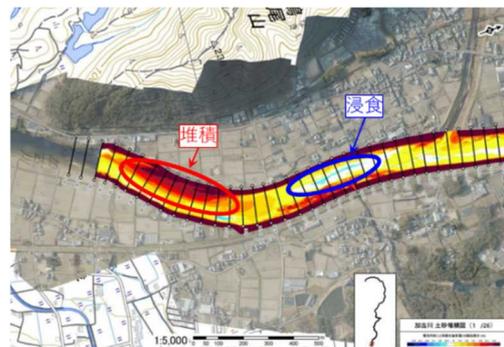


図-4 ALB測量結果

表-1 データベースのとりまとめ案

① 距離標	② 整備 計画 区間	③ 土砂堆積部 面積 (m <sup>2</sup> )	④ 追加距離 (m)	⑤ 平均断面 (m <sup>2</sup> )	⑥ 堆積土砂 (m <sup>3</sup> )	⑦ 土砂堆積		⑧ 流下能力			⑨ 河川特性						
						土砂堆積率		流量比率		DID	合流部	湾曲部	橋梁部	重要水防 箇所	浸水 区域		
						計画面積	堆積面積	計画流量	現況流下能力								
51.000	1	225.950	250.0	172.967	43,242	755.00	225.95	0.30	2100	3390.90	1.61	0	0	1	0	0	1
51.250	1	119.983	250.0	110.108	11,011	747.64	119.98	0.16	2100	1871.28	0.89	0	0	1	0	0	1
51.500	1	100.233	100.0	71.279	14,256	723.86	100.23	0.14	2100	1954.27	0.93	0	0	0	0	0	1
51.600	1	42.324	200.0	188.638	37,728	749.29	42.32	0.06	2100	1882.43	0.90	0	0	0	0	0	1
51.800	1	334.952	200.0	266.485	53,297	1048.61	334.95	0.32	1600	1367.62	0.85	0	1	1	0	0	1
52.000	0	198.018	200.0	131.553	26,311	687.86	198.02	0.29	1600	2105.83	1.32	0	0	1	1	0	1
52.200	0	65.087	200.0	34.603	6,921	499.76	65.09	0.13	1600	1744.77	1.09	0	1	1	1	0	1
52.400	0	4.118	200.0	89.456	17,891	434.57	4.12	0.01	1600	1409.56	0.88	0	0	0	0	0	1
52.600	0	174.793	200.0	146.643	29,329	649.20	174.79	0.27	1600	1137.88	0.71	0	0	0	0	0	1
52.800	0	118.492	200.0	75.963	15,193	679.62	118.49	0.17	1600	1135.05	0.71	0	0	0	0	0	1

これまでの目視による河川管理から、ALB測量図面及びデータベースによる数値根拠により管理の高度化が期待でき、本川の土砂堆積状況の把握が可能となることで、計画的に土砂撤去が行え、事前防災の推進に寄与する。

#### 4. 今後の展開について考察

##### (1) 河川専用ビューソフトの開発

本業務で計測した3次元データから、河川専用のビューソフトを開発している。イメージとしては、GoogleMapのストリートビューのように、河川上を歩いて確認できる「(仮名)リバービュー」。このソフトを活用することで、堆積傾向や河川周辺の人家の状況、護岸形状を把握できるとともに、蓄積したデータにより、河川の堆積・洗掘状況が把握できるなど、現地に行かなくても河川状況が把握できるように開発している。なお、このソフトは、職員のパソコンで操作できるようにした。

##### a) 堆積箇所及び洗掘箇所の把握の活用(図-5)

現況と計画河床の対比による土砂堆積、洗掘の範囲や土砂量について、断面や解析結果を確認でき、ビューワ上で段彩図により一目で堆積状況を把握することができる。

##### b) 3次元での河道形状把握の活用(図-6)

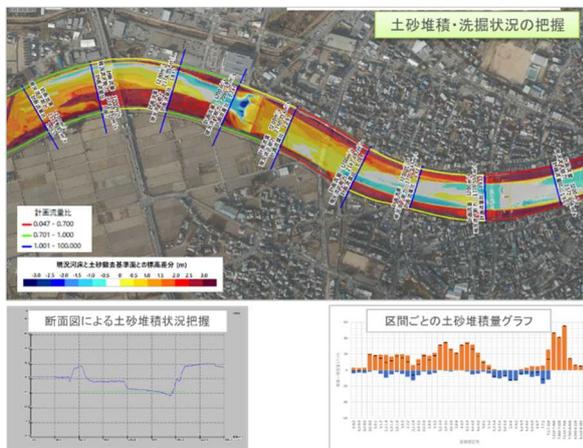


図-5 土砂堆積・洗掘状況の把握

任意位置において3次元ビュー(リバービュー)に変換することができ、河道形状を把握できる。段彩図と併せて閲覧することができ、立体的に河川の形状を把握することができる。

##### c) 浸水リスクの把握(図-7)

H.W.Lと地盤高の比高を算出し、色区分しているため、堤内地の地盤高の把握と、土地の浸水リスクを確認できる。

##### d) 樹木管理への活用(図-8)

10mピッチの植生による河道断面障害率を確認できる。障害率の色区分により、樹木伐採の優先度にも活用することができる。

##### e) 堆積土砂撤去工事の設計書作成への活用

ALBの成果を活用することにより、i-Constructionをさらに進めることができる。一例として工事箇所毎において設計段階で実施する測量が、ALBの成果を活用することで省くことができ、調査・測量段階における省力化に寄与できる。本ソフトにより、任意位置での平面図、縦横断面を出力できるよう開発している。

##### (2) ALBの活用による維持管理の可能性について

ALBによる測量を活用することにより、さらなる維持管理の高度化が実現できる。今後の展開として、具体的な活用について考察した。

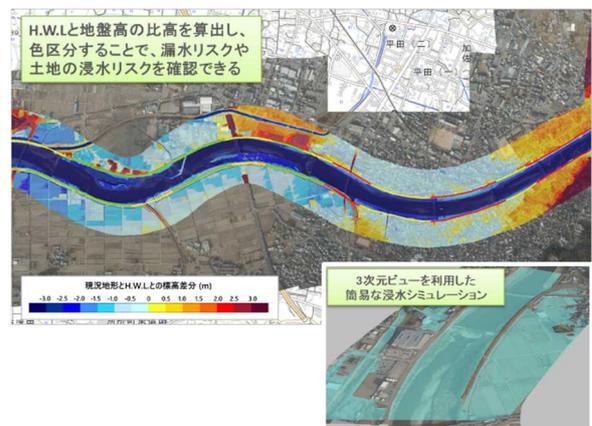


図-7 堤内地地盤高さ及び浸水範囲の把握



図-6 3次元による河道状況の把握

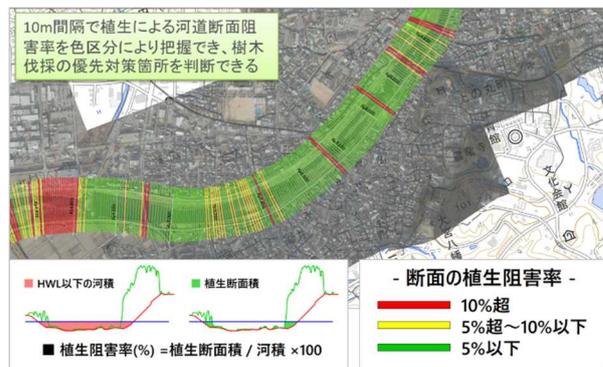


図-8 植生解析による河道内植生率の把握

**a) 護岸高・形状の把握**

数年毎に定期測量することで、堤防左右岸の高さの違いや、堤防はらみ出し、沈下（速度）状況等、目視で把握できない経年変化を捉えることが可能である。また、築堤形状を把握でき、カミソリ堤やH.W.L堤など堤防断面形状の確認が可能となり、より詳細に越水危険箇所の抽出が可能となり、水防活動に有効活用できる。

**b) 河道形状の把握**

植生解析により、樹木が繁茂した箇所の解析ができ、また立ち入り困難な箇所についても河道形状の把握ができるため、流下能力に関する詳細な検討が図れる。

**c) 航空写真を用いた観測**

全川の写真管理が可能となるため、護岸整備状況の把握や、占有者にデータを提供することで水管橋等の点検に活用できる。また、修繕計画や施工計画にも有効に活用できる。

**d) 自然環境**

瀬と淵の形状やその箇所等が面的かつ広範囲に把握できるため、河川環境調査の基礎データとして活用できる。

**e) 不法盛土、不法占用等の把握**

面的な変化を捉えることで、不法行為の客観的な把握が可能となり、適切な河川管理が行える。

**(3) 今後の課題**

今回の業務では基盤となるデータを作成し、今後は定期的に測量し情報を蓄積したいが、予算との兼ね合いにより、効率的な測量頻度の検討が必要である。また、点群データを含むため、蓄積されるデータは容量が大きいため、データの管理方法に課題が残る。本業務中で一定の方向性を見出すよう検討していきたい。

**5. おわりに**

今回の業務では、主要河川である加古川・明石川・市川・千種川を対象にALBによる河川測量を試行的に実施し、土砂堆積率、流下能力等を考慮した上で堆積土砂撤去の優先度を3.4で述べた指標により設定すべく検討している。これまでは地元要望や目視等により土砂撤去箇所を選定していたが、今回作成するデータベースを活用することで、効率的な土砂撤去が可能となり、事前防災の観点からより良い河川管理の高度化が実現できると考える。また、i-Constructionにも活用することができるため、今後の河川管理には3次元化を積極的に取り入れるべきだと考える。

なお、国土交通省でもDXの推進として3次元データへの移行を進めており、兵庫県内の河川でも、大河川からALB測量のエリアを順次拡大していき、紙ベースの河川台帳から3次元データへの移行を進めていくべきだと考える。業務改善の一環として、有効な業務だと考える。

**参考文献**

- 1) 国土交通省：河川管理用三次元データ活用マニュアル（案）令和2年2月
- 2) 塩見優太. ほかに、三次元データを活用した河川管理の効率化・高度化の現状と展望. 河川総合研究所報告, 2020
- 3) 實村昂土. ほかに、航空レーザ測深（ALB）による河川・海岸線の計測事例紹介. 先端測量技術, 2016
- 4) 中村圭吾. ほかに、グリーンレーザを用いた航空レーザ測深（ALB）による河川調査の現状と可能性. 水環境学会誌, 2019
- 5) 中村圭吾. ほかに、グリーンレーザ（ALB）による河川測量とその活用. リバーフロント研究所, 2017