

新技術開発探訪

河道調査における 航空機グリーンレーザ（ALB）の 適用性と発展性について

国土交通省 四国地方整備局 徳島河川国道事務所 河川調査課長

河川調査課 係長

かじとり
梶取ながまち
長町しんいち
真一つよし
剛志

1. はじめに

現在、河川の調査を行う河川測量は、河川の上下流方向の左右岸にそれぞれ 200 m ピッチで設置している距離標間の横断測量から得られる断面を用いて河道の変化を把握している。しかし、横断測量から得られる断面は測線となる断面の地形しか把握できず、定量的な変化を空間的に確認するのが困難である。

また、水の流れや河道の変化を空間的（三次元化）に把握することで、適切な河川の維持管理の高度化にも寄与する。そこで今回は、新技術の航空機グリーンレーザ（ALB）の適用性と発展性について整理することとした。

2. 航空機グリーンレーザ（ALB）の特徴

新技術の航空機グリーンレーザとは、Airborne Laser Bathymetry を略し ALB と呼ばれ、上空からレーザを用いて水面下を計測できる測深機という意味である。航空機グリーンレーザ（ALB）では、写真－1 の航空レーザ測深機を航空機に取り付け、図－1 のように、近赤外レーザ（波長 1,064 nm）と緑色レーザ（波長 515 nm）の 2 つのレーザを上空から同時に照射する。

陸部では地物で反射する近赤外レーザの往復時間から標高を計測し、水部では水面で反射する近赤外レーザと水底で反射する緑色レーザの往復時間の差から水深を算出する。従来技術で活用していた航空レーザ測量と原理は同じであるが、新技術の航空機グリーンレーザは緑色レーザを水底まで透過させることで、河床の計測を可能とし、陸部と水部を同時に測量できる点が相違点である。



写真－1 航空機グリーンレーザ（ALB）機器

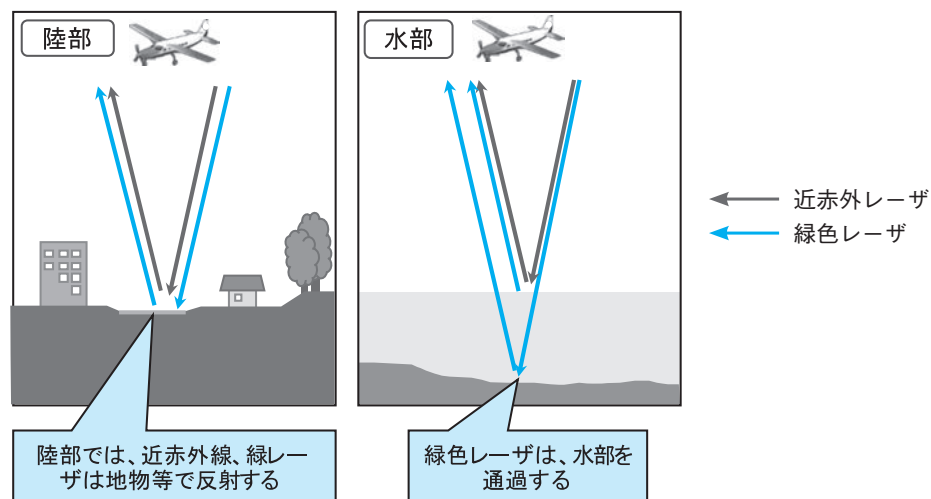


図-1 航空機グリーンレーザ（ALB）計測方法

3. 従来の測量での現状と課題

前述した課題に加え、現在実施している河川測量は以下のような現状と課題を抱えている。

- ・横断測量は複数の作業員による作業が必要であり、多額の経費を要する。また、降雨や洪水の発生等により作業期間が長大になる場合が多い。
- ・航空レーザ測量では陸部の計測のみで水面下の計測が不可能のため、水部については原則、音響測深器を用いるが、水深の浅い箇所は写真-2のように手作業で深淺測量をしている。測量するための機械や技術はあるものの、適用範囲から手作業でないと計測できない箇所もある。



写真-2 手作業による深淺測量の様子

4. 航空機グリーンレーザ（ALB）調査活用の利点

航空機グリーンレーザ（ALB）を活用することで以下の利点がある。

- ・図-2のように広範囲の空間的な計

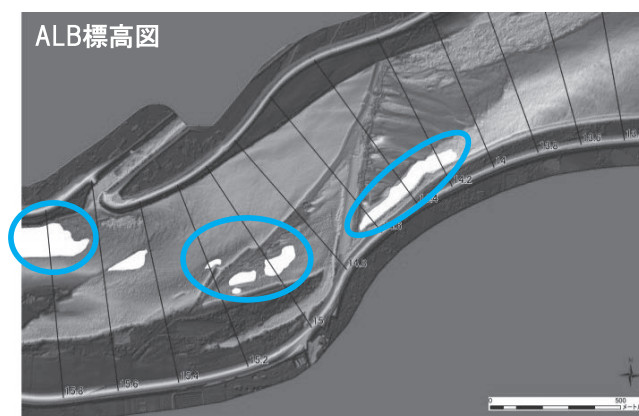
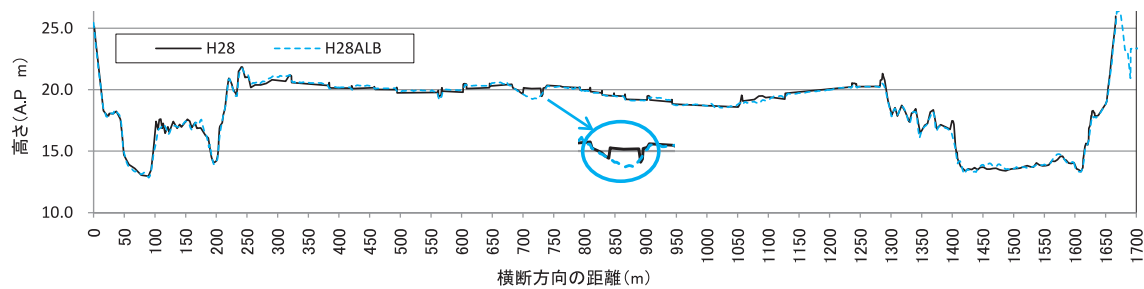


図-2 ALB調査結果例：第十堰周辺



図－3 H28 定期縦横断面図と ALB 計測結果の比較

- ・計測の深さには限界があるものの、計測不可能な箇所の把握により、著しい深掘れ箇所の推定も可能となる（図－2の青枠の白い範囲）。著しい深掘れ箇所を放置することで範囲の拡大のみならず、堤防護岸や法面の侵食被害につながり、場合によっては堤防が決壊するリスクがある。航空機グリーンレーザ（ALB）により河道変化だけでなく侵食被害リスクや深掘れの影響による河川構造物（低水護岸や根固め、水制）の流失等の事前把握が可能となり、予防的な保全が可能となる。
- ・平成28年度の吉野川（河口～40k）での定期縦横断面測量と航空機グリーンレーザ（ALB）調査の測量に係る経費を比較した場合、定期縦横断面測量では約6,000万円必要となるが、航空機グリーンレーザ（ALB）では約2,300万円となる。航空機グリーンレーザ（ALB）調査では人員や測量期間が短いため、定期縦横断面測量の約4割のコストで同じ範囲の陸部と水部の計測が可能となる。

5. 調査時に必要な条件および課題

航空機グリーンレーザ（ALB）調査を実施するためには、水質条件と飛行条件の2つの条件が整う必要がある。

1. 水質条件として、降雨や工事によって河川水が極端に濁っておらず、一定の透明度が確保されていること。

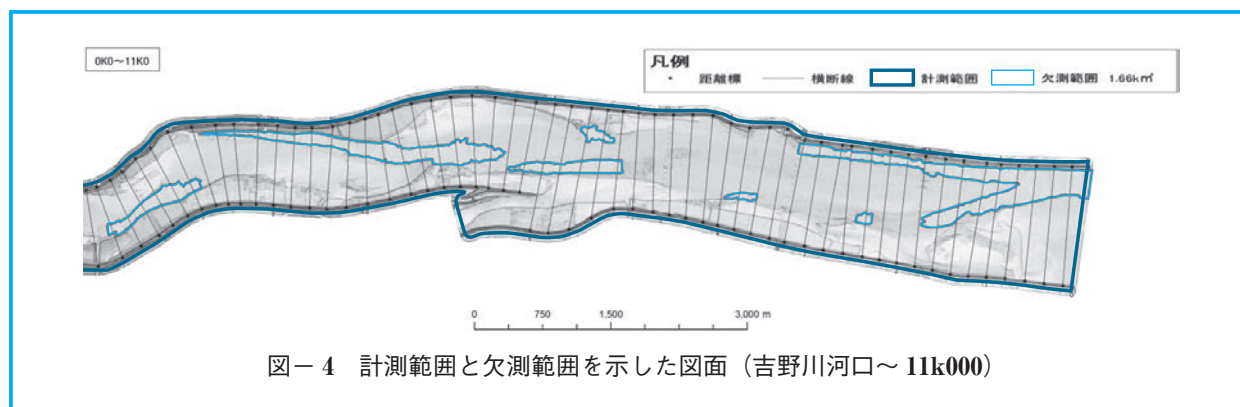
理由 河川水が濁っていることで照射するグリーンレーザが水中を透過せず河床の計測が困難となる。

2. 低高度での航空機の飛行が可能であること。

理由 計測時における高度は約500～600mと低高度となり、事故を未然に防ぐため測定範囲内に急峻な地形形状がないこと。

この2つの条件を満たさない場合は調査を実施できない。仮に2つの条件を満たしても、調査時には以下のような欠点や課題も出てくる。

- ・水面下を計測するグリーンレーザ（ALB）は、さまざまな水質条件により計測できる水深の限界が変化する。今回の測定では、レーザが水底まで透過せず、青枠（図－4）の水深約6mより深い箇所については計測できていない。
- ・図－3のようにH28定期横断面図と航空機グリーンレーザ（ALB）の結果を重ね合わせて比較したところ、概ね同様な結果を得られたが、一部については定期横断面図との差異がある。この差異が生じた理由としては、航空機により上空から照射したレーザが高水敷等にある樹木等に阻まれて適切に地盤高を捉えることができなかったことが考えられる。また、水中でも水底ではなく何らかの堆積物で反射してしまった可能性がある。今回航空機グリーンレーザ（ALB）で計測した結果、40.0k付近の岩津周辺では標準偏差が23.5cm、14.5k付近の第十堰周辺では標準偏差が12.6cmとレーザ測量の精度基準の25cmを満たしているが、定期



横断測量の精度基準の $\pm 15\text{ cm}$ に比べると岩津周辺では約 10 cm 近くも基準を超えていることとなる。

これらの課題を解決するため、樹木等があっても照射するレーザが地上や水底を捉えられるよう、観測精度の向上や観測手法の工夫が必要である。現時点では、空間的（三次元化）に見て河道の変化等を確認するには水深により適用性が変化する。また、河川工事などの詳細設計等での活用するにはまだ精度が十分であるとはいえない。

6. 航空機グリーンレーザ（ALB）の活用例

航空機グリーンレーザ（ALB）は近畿地方整備局の九頭竜川や揖保川、中国地方整備局の千代川等でも活用が開始されている。前述した通り、大幅な作業の効率化とコスト縮減が可能であるため、将来的には定期縦横断測量と同等の機能を持つ代替の手法として適用されることが期待される。また、定期的に測定することで空間的（三次元化）な河道変化や護岸付近での深掘れ状況を把握できることに加え、河川にかかる橋梁ではピア周辺の深掘れの把握による橋梁の維

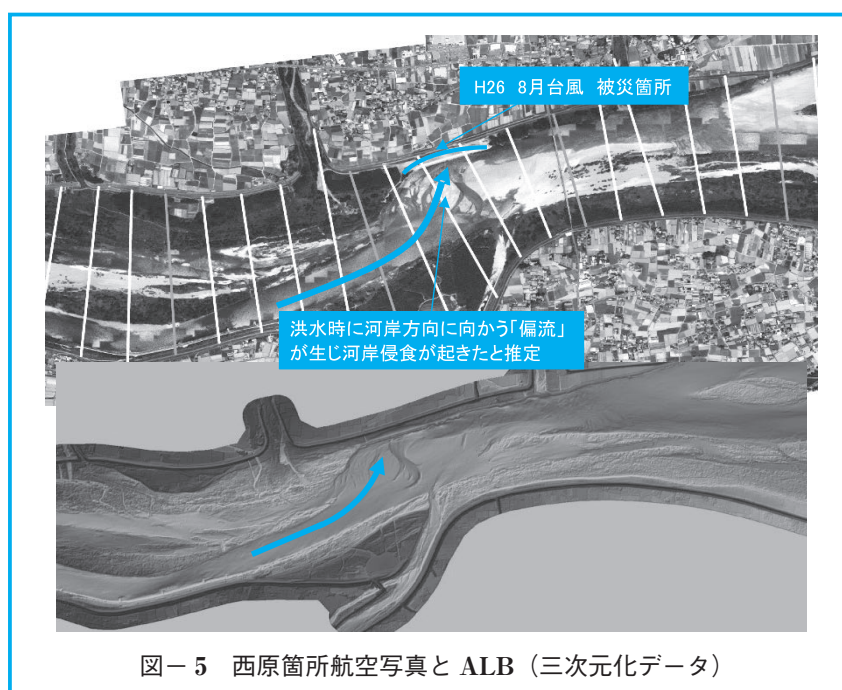
持管理や道路管理のための情報として活用できることが期待される。

河川以外では海域でも利用可能であり、水面下の岩場の状況や離岸堤等の人工構造物の形状、その他にも河川合流部の砂の堆積状況も確認できている事例もある。

7. 今後の発展について

これまで述べてきたとおり、新技術である航空機グリーンレーザ（ALB）は、低コストで空間的（三次元化）な状況把握が可能であるという利点が大い。

図-5は平成26年8月の台風通過後の西原箇



所の航空写真と航空機グリーンレーザ（ALB）調査結果を示している。この台風で左岸側の高水敷が侵食され、堤防本体まで侵食被害が拡大する寸前の状況であった。写真や航空機グリーンレーザ（ALB）の段彩図より、川の流れが右岸から左岸に向かってほぼ直角に流れていることがわかる。そのため台風により左岸の高水敷で大きな侵食被害があったと考えられる。

これまで定期横断測量結果の各断面からしか捉えられなかった河道の変化だが、航空機グリーンレーザ（ALB）を用いることで、図-5のように河道の変化だけでなく、侵食被害リスク（砂州の堆積や局所洗掘、偏流、深掘れ位置）の空間的（三次元化）な把握が可能となる。

出水による侵食や深掘れにより、万が一堤防の決壊等があっても住民に甚大な被害が及ぶことのないよう、常日頃から重点的に対策が必要な箇所や河道や侵食被害リスクを把握することが必要な状況において、上記の空間的（三次元化）データを巧みに活用することで、河川管理者としての的確な河道管理に生かせると考えられる。

河川測量等で今後さらに普及されるためには、航空機グリーンレーザ（ALB）精度確認や定期

縦横断との比較を通じて、さらなる精度向上が必要であると考えられる。

8. おわりに

現在、河道変化の把握に用いる技術として定期縦横断測量が主流であるが、定期縦横断測量では定量的な変化を空間的に把握することが困難である。新技術の航空機グリーンレーザ（ALB）を活用することで、広範囲を連続的かつ面的に測量して河道の変化、侵食被害リスクの把握等を行い、今後の河川管理者としての的確な河道管理に生かせると考えられる。

航空機グリーンレーザ（ALB）は新技術のため課題等、まだまだ検討を重ねていく必要があるが、さらに技術が進歩すれば定期縦横断測量よりも低コスト・高精度での実施も可能であると考えられる。

今回の活用結果から、航空機グリーンレーザ（ALB）は多様な範囲で適用性が高いものと考えられる。一方で、測定時の条件や測量精度に一部課題が残っており、引き続き研究が必要であり、研鑽してまいりたい。