

国土交通省北海道開発局帯広開発建設部 小林 幹男 鈴木 康幸
国際航業株式会社 織茂 郁 ○久保 穀 飛田 康宏

1. はじめに

山地源流・溪流・河川・ダム貯水池・河口・海岸等の河川流域内各領域で生じている土砂移動に対し、これまでは各領域で対処を行っている場合が多かったが、平成9年から平成10年にかけて開催された河川審議会総合政策委員会総合土砂管理小委員会において、流域を山地から沿岸漂砂域まで一貫する「流砂系」として取り扱い対処していくこと、そして望ましい流砂系の状態を検討するために流砂系内の土砂移動現象についての観測データを蓄積し、流砂系全体での土砂移動を予知・予測する技術の精度を高めることの必要性が指摘された。このような背景のもと、本報告では河川管理区間～砂防区域にわたって2時期の河川・溪流沿いの航空レーザ測量の結果を比較することにより土砂移動現象を把握した事例を示すとともに、航空レーザ測量による取得データを流砂系土砂管理に用いる方策について提案するものである。

2. 航空レーザ測量の概要

航空レーザ測量は、航空機から地上に向けてレーザを照射し、地上からの反射波により地形形状を計測する技術で、その概要是図1に示したとおりである。固定翼（セスナ等）を用いる場合と、回転翼（ヘリコプター）を用いる場合があるが、今回は広域の計測であるため、固定翼での計測としている。

今回採用した航空レーザ測量の特徴は、下記の通りである。

- ① レーザデータを用いた計測であるため、短時間で高密度（今回は平均2.5m×1.6m四方に一箇所程度）の面的3次元データを取得することが出来る。精度は水平方向±30cm、鉛直方向±15cmである。
- ② 計測に必要な地上基準点は、1箇所のGPS地上局のみであるため、一般的な航空測量に比べて対空標識設置等の地上作業を大幅に軽減することが出来る。
- ③ デジタルカメラをあわせて搭載しており、GPSによる位置情報とレーザ計測による標高データより高精度のオルソフォトを効率的に作成可能である。また必要に応じてデジタル画像からステレオモデルを作成し、任意点の標高データの計測をすることが可能である。

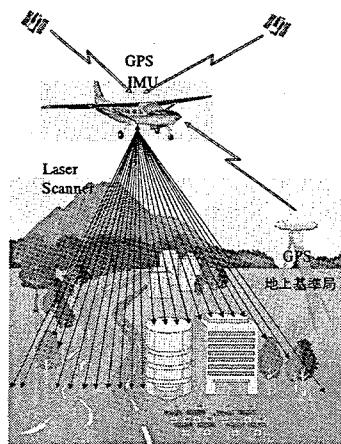


図1 航空レーザ測量の概要

3. 計測範囲と計測時期

対象河川は、一級河川十勝川水系札内川であり、計測範囲は札内川本川（十勝川合流点より約67km、流域面積約700km²）および札内川支川の戸萬別川（札内川合流点より約39km、流域面積約150km²）、岩内川（戸萬別合流点より約20km、流域面積約120km²）である。（図2参照）

計測時期は、1時期目は平成13年10月～11月であり、2時期目はほぼ1年後の平成14年10月～11月である。10月～11月に計測時期を設定したのは、落葉により樹木の影響が最小限になる時期を選定したためである。

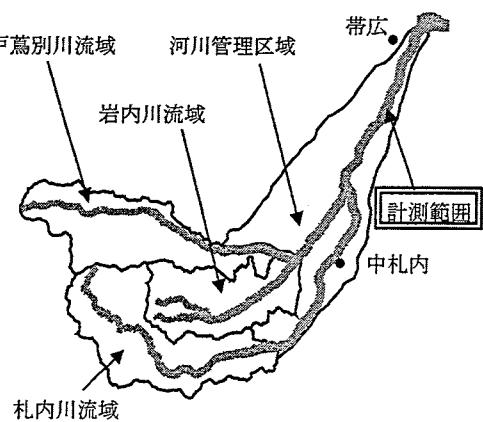


図2 計測範囲

4. 河床変動状況の把握

4.1. 広域的な河床変動状況の把握

計測区域全域でどのような河床変動が生じたか、概略の状況を把握するために、2時期のレーザ計測標高データの差分（平成14年標高値－平成13年標高値）を計測区域全域について作成し、差分値の大小により濃淡表示を行った（図3参照）。差分算出のための標高値には、樹木や地物の高さを計測しているデータを自動的に除去するプログラムで取り除くことにより、地盤高データを計測しているデータのみピックアップし、これから2m×2mに1箇所のメッシュデータ（DEM）に変換して用いた。

この差分データをパソコン画面上で拡大し、河川沿いに全延長を閲覧したところ、以下のような状況を把握することが出来た。

- ① 上流の砂防区域では河床変動は少なく、1m以上 の河床変動は数カ所で部分的に生じているのみであった。これは計測した2 時期間において、大きな降雨もなく山地斜面からの生産土砂量が小さなものであったこと、この区域の河道部はアーマコートが進んでおり、中小出水では大きな河床変動が生じない状況であることが原因と推察された。(ただし、今回計測を行っていない上流の急峻な小溪流では土石流の発生等による河床変動が生じている可能性が考えられる。)
- ② 中～下流部では、1m以上の河床変動を生じている箇所が多く、局的に2m以上の堆積、洗掘が見られた。これより、中～下流部では中小出水といえどもかなりの流量となり、流路・砂州の移動が平年的に生じている状況が推察された。

4.2. 砂防区域下流～河川区域における河床変動状況

河床変動の大きな箇所について、上記のDEMの標高差分値を用いて面的な河床変動状況の算出を行った(図3に示したサンプル箇所約1km区間)。また、今回の計測データより200mピッチの横断図を作成し、平均断面法による変動量算出も同時に行った。これら2手法による算出値を比較した結果が図4である。おおかたの傾向は両者同様であるが、量的には差が生じている。これは平均断面法では反映されない横断測線間の情報を面的算出法で精度良く把握できているためである。

4.3. 上流小流域における河床変動状況

山地流域において、局的に河床変動が大きい地点(流域面積1.35km²の小溪流出口付近)において上記DEMを用いて2時期の横断図比較を行い、図5に示した。これによると最大2～3m程度の河床洗掘が生じていることが把握された。オルソフォトで本溪流の出口を確認すると、1時期目になかった堆積土砂が2時期目には明瞭に確認できた。

5. おわりに

2時期の航空レーザ測量を用いた河床変動状況の把握を行い、広域的な河床変動の把握が迅速に行えること、横断図をもちいた従来手法に比べ河床変動量を精度良く把握することが可能であること、小流域においても河床変動状況の把握が可能であること、さらにオルソフォトによるチェックが有用であることが確認できた。

現段階で航空レーザ測量によりベースデータを作成しておけば、今後大規模な土砂移動現象があった際に流域の土砂移動現象を精度良く迅速に把握可能である。また経年に計測を行うことで平年時の土砂移動状況の把握も可能であると考えられる。ただし、流域の樹木の状況によってはレーザ計測では河床付近の計測が困難な可能性が考えられるため、計測地域や計測時期によって本手法の適応性を検討する必要性がある。

今後複数時期のデータを整備していく中で、全川的な河床変動状況の算出および任意断面での重ね横断図作成等を自動化し、さらにオルソフォトや実測縦横断測量成果を同時に取り扱うことが可能なGISデータベースを構築すれば、流域の河床変動状況を効率的に精度良く把握することができる。また、その他の土砂移動モニタリング項目である崩壊地調査・生産土砂量調査、水文・水理観測、掃流・浮遊砂量・ダム堆砂量調査等を一括して取り扱えるデータベースを作成しデータの蓄積がすすめば、流砂系の土砂移動現象の解明を高いレベルで行うことが可能となり、「流砂系の総合的な土砂管理」の実現に近づいていくものと考えられる。

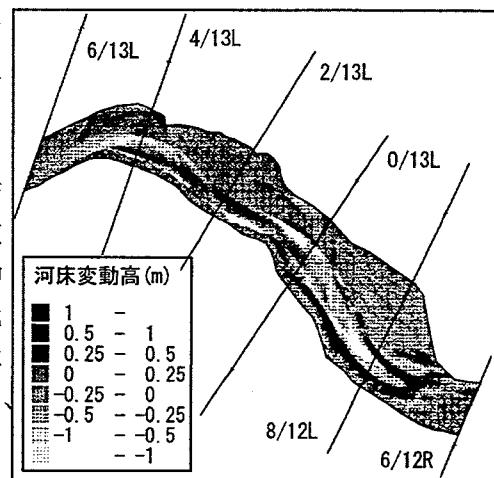


図3 2時期河床高差分値の濃淡表示

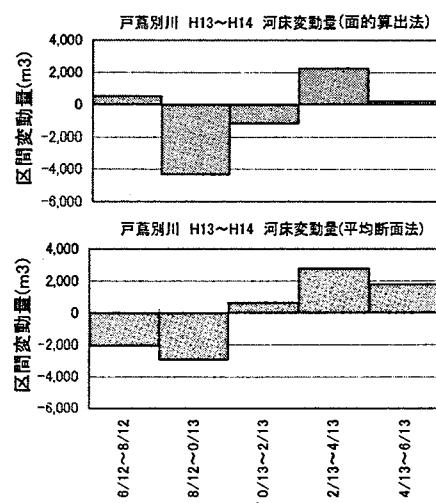


図4 面的算出値と平均断面法の比較

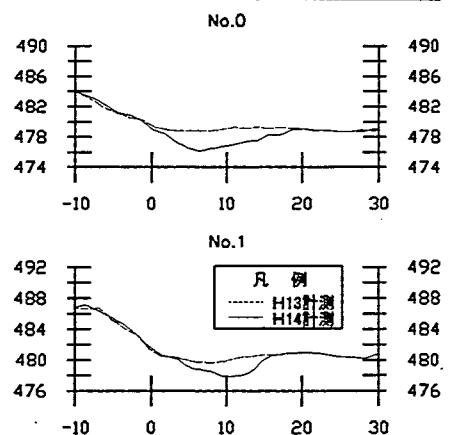


図5 小流域における河床変動把握例