

# 航空レーザー計測による土砂変動量の把握について

関東地方整備局 富士川砂防事務所 調査課 木本 智史

## 1. 背景

富士川流域は南アルプスをはじめとする3,000m級の急峻な山地にその源を発し、静岡県の駿河湾に注ぐ一級河川である。流域の西側一帯には糸魚川 - 静岡構造線が南北に縦断しており、脆弱で侵食されやすい地質構成であるとともに断層や破碎帯が数多く分布しており、土砂生産量が多い流域である。また、富士川流域は流砂系を一貫した総合的な土砂管理のモデル流域でもあり、関係各機関と連携を図っている。

流砂系での総合的な土砂管理を推進するには、流域全体の土砂動態を量と質の観点から、空間的・時間的に検討する必要がある。こうした概念に基づき、土砂動態を把握するためには、個別領域の土砂移動現象の把握が必要である。流砂系の上流域にあたる砂防領域においても土砂生産の量と質の把握に努めているところである。

その中で従来、山地河川の河床における土砂変動量の把握は、河床横断測量を行うことが一般的であった。しかし近年、レーザー計測機器技術の発展等により航空レーザー計測によって河床部の地形を面的に且つデジタルデータで把握することが可能となった。

そこで本報告では、平成13年と平成15年に実施した航空レーザー計測結果を用いた山地河川河床部の河床変動量の算出結果について報告する。

## 2. 航空レーザー計測について

航空レーザー計測で使用する航空レーザープロファイラはGPS(Global Positioning System)受信機を内蔵しており、電子基準点もしくは地理座標が既知である地上基準局でのGPS受信データと照合することにより、高精度に航空機の位置が計測される。

また、航空レーザープロファイラはIMU(Inertial Measurement System)を内蔵しており、航空機の姿勢(ロール、ピッチ、ヨーそれぞれの角度)も計測される。これらのサブシステムはPOS(Position and Orientation System)と総称され、これによってレーザー光の照射位置、照射方向が高精度で把握される。

今回の計測ではGPS、IMU、レーザー測距装置によって、レーザー光1発ごとの標高と地理座標を算出し、山地河床部の3次元空間データを取得した。

そして、航空レーザー計測の

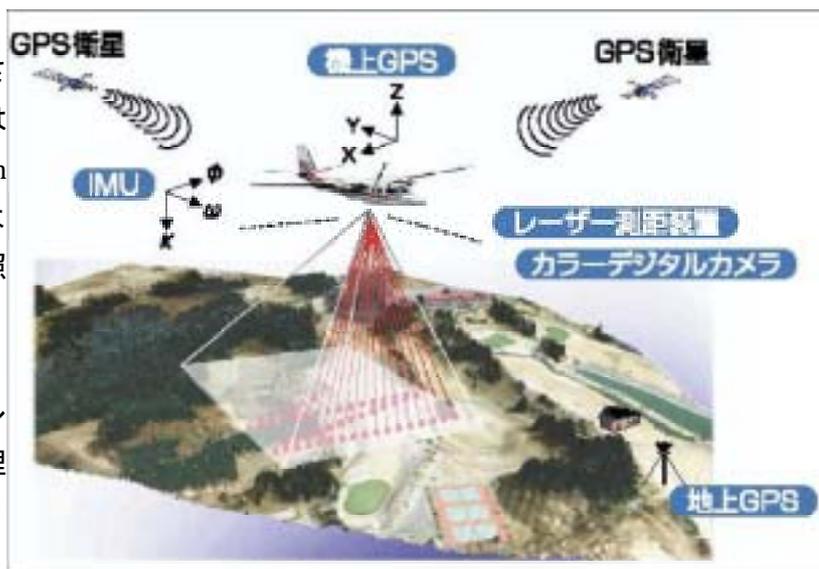


図1 航空レーザー計測の概念図

精度は、対地高度 1,000m で標高 15cm、水平 0.5m、一方、間接水準による河床横断測量の精度は、計測実施箇所（平均測量幅 80m）で標高 20cm、水平 0.3m とされる。計測方法や条件が異なるため両者を一概に比較できないが、航空レーザー計測の精度は河床横断測量と同程度であるといえる。

### 3 . 計測概要

今回、航空レーザー計測を実施した範囲は、図 2 に示した管内を流れる早川の支川雨畑川の雨畑ダムより上流の河床部である。計測範囲内には、東側に御池ノ沢崩壊地、西側に八潮崩れと 2 つの大規模崩壊地が存在し、土砂生産が非常に活発な区域である。ここで、平成 13 年 12 月上旬と平成 15 年 11 月下旬に航空レーザー計測を実施した。

また、レーザーは植生や水面上で反射するため、河床部に到達せず正確な地形の計測ができないことに鑑み、落葉期・湧水期を計測時期として選定した。

なお、土砂変動量の算出は、航空レーザー計測範囲のうち、計測を 2 回とも実施している範囲について、2mDEM(Digital Elevation Model)データを作成し、それらを差分する事で求めた。



図 2 計測位置図

### 4 . 計測結果

2 回の航空レーザー計測の結果から雨畑川流域全体の土砂変動高を算出した。その中でも特に堆積の土砂変動が顕著に現れていた御池ノ沢の土砂変動高を図 3 に示す。また、特に侵食の土砂変動が顕著であった稲又谷の土砂変動高を図 4 に示す。

まず、御池ノ沢の 2 回の計測結果を比べてみると、上流側の御池ノ沢第二堰堤から御池ノ沢第四床固にかけて侵食傾向であり、ここでの侵食土砂量は約 20,000m<sup>3</sup>であった。また、御池ノ沢第四床固から御池ノ沢第二床固にかけて、河床部が全体的に堆積傾向であり、ここでの堆積土砂量は約 96,000m<sup>3</sup>となった。

次に、稲又谷の 2 回の計測結果を比べてみると、河床全体が侵食傾向にあり、特に流水

部と思われる地点で侵食傾向が大きく、侵食土砂量は約 120,000m<sup>3</sup> となった。

一方、稲又堰堤から約 2km 上流に位置する稲又第三堰堤（図 4 の範囲外）の上流部では、河床部が上昇している様子を捉えることができた。

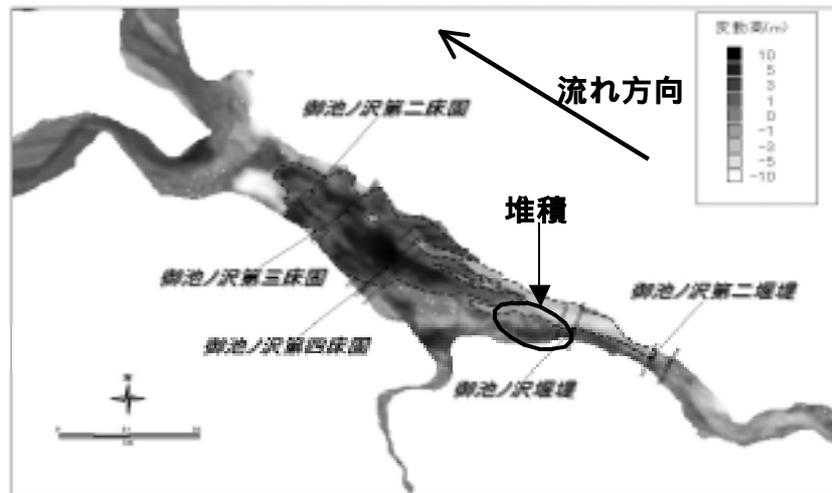


図 3 御池ノ沢下流部の土砂変動高

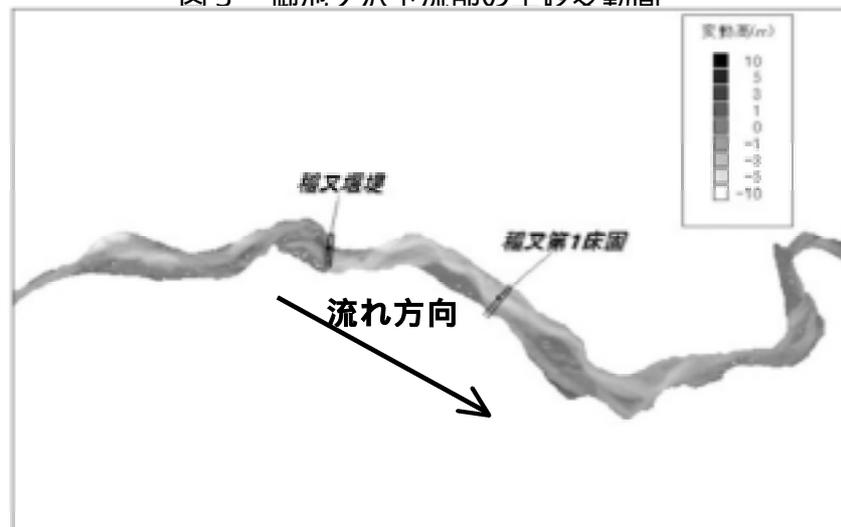


図 4 稲又谷の土砂変動高

## 5. 考察

航空レーザー計測による 2 回の計測結果より地形データを作成することで、山地河川の河床部における土砂変動について、平均断面法のように区間ごとの変動量の把握ではなく、広い範囲を面的に定量的な把握を行うことができた。その中でも特に、御池ノ沢床固群で大量の土砂が捕捉されている様子や稲又第三堰堤下流の稲又谷では広い範囲に渡って侵食傾向であることを捉えることができた。

図 4 の下流に位置する雨畑川との合流部から稲又堰堤までの区間約 1.8km の侵食状況を表 1 の河床変動測量結果からみると、平成 13 年は台風による出水の影響で大量の土砂が侵食されたが、平成 12 年の計測結果と稲又第三

表 1 河床変動測量結果（稲又谷）

計測期間	侵食土砂量(m <sup>3</sup> )
H11年12月～H12年12月	47,030
H12年12月～H13年12月	112,554
H13年12月～H14年12月	60,342
H14年12月～H15年12月	79,217

堰堤が完成した平成 14 年以降の計測結果を比べると、侵食土砂量は増加傾向にある。これらの要因として、八潮崩れ等から供給される大量の土砂が稲又第三堰堤によって捕捉されたことで稲又谷への土砂供給が減少したためだと推察される。

また、計測方法について言及すると、ある領域を面的に計測する航空レーザー計測の土砂変動量と、図 5 に示した



図 5 御池ノ沢下流部の土砂変動高（河床横断測量）

ある測線の情報を拡大近似する河床横断測量結果では、図 3 と図 5 のように御池ノ沢堰堤下流左岸側の一部で局所的に堆積・侵食が逆転することもあるなど算出結果が異なることが考えられる。だが、航空レーザー計測は広い範囲を面的に捉えられることから、航空レーザー計測結果から算出した土砂変動高が真値に近いといえるだろう。

そして、航空レーザー計測に当たっての留意点として、植生や水面の影響を大きく受けやすいことは前述したとおりである。特に、平成 15 年の計測時は稲又第三堰堤の上流にダム湖が形成されていたことから、堰堤上流の堆積土砂量を算出することができなかった。今後は、植生や水面による影響の除去手法を検討することで、より正確な河床の変動を捉えることが可能となると考えられる。

## 6. まとめ

従来、山地河川の河床部の土砂変動は河床横断測量等を用いて把握してきたが、航空レーザー計測を用いることにより、山地河川における土砂変動状況を面的に且つデジタルデータで把握可能であることが示された。図 3 の航空レーザー計測と図 5 の河床横断測量を比べると、土砂変動の平面的な再現性では航空レーザー計測が河床横断測量よりも優れているといえる。更に、台風等による大規模出水後の土砂変動状況の把握を行うにも、航空レーザー計測は安全かつ効率的に行えることから非常に有効であるといえる。そして、精度でも、総合土砂管理のモニタリングにおいて河床横断測量で求められる計測精度（ $L$ ：距離(m)、標高精度： $5cm + 15cm\sqrt{L/100}$ 、距離精度： $L/300$ ）を満たしている。これらを踏まえると、航空レーザー計測は現況の計測機器の性能、測定精度で河床横断測量に代わる十分なデータを得ることが可能であり、総合土砂管理のモニタリングの 1 つの手法として提案できるものであるといえる。

また、今後は、航空レーザー計測後の処理について、植生や水面による影響の除去手法の検討を進めていくことが必要である。