

ハイドロフォン等による動的な流砂観測技術と偏向 SAR データを用いた静的な土砂観測技術等による土砂管理手法に関する研究

(株) 建設環境研究所 正会員 ○富田 邦裕
京都大学防災研究所 正会員 角 哲也
(株) 建設環境研究所 正会員 重村 一馬

1. はじめに

流砂量の観測手法には、土砂収支マップに代表されるように、ダム貯水池での年当たりの土砂堆積砂量の変化や、河川区間での河床高の変化等からある区間への「入る」と「出る」を相殺した土砂収支を図化して示す「土砂収支マップ」で表す方法と、ハイドロフォンや濁度計、TDR などによる動的（リアルタイム）な流砂量を計測する手法がある。土砂の発生や移動が豪雨による洪水によりもたらされることが多く、また、土砂の発生は大きな地震などのイベントでも発生するため、土砂移動量の観測は災害時に行われることが多く、動的（リアルタイム）の流砂量の観測は、この時期に行われている。一方、静的な流砂量は、ダム堆砂量の変化等を年毎に計算して、そこに堆積または洗堀した土砂量から土砂の収支を算出し、これをもって上流の土砂生産領域からダム領域、河川領域にわたって土砂の移動量が算出されることが多い。しかし、実際には浮遊砂を含め流砂として通過した土砂量は静的に示される土砂収支図の土砂量に対してかなりの比率で多いことがあり、水系一貫で土砂管理を行うには、通過土砂量も含めて土砂量の観測が重要となる。そこで、富士川砂防管内での土砂観測データをもとに、ハイドロフォンによる動的な流砂観測値と、静的な観測方法の事例として偏光 SAR による土砂堆積、洗堀量の観測から土砂収支を計算し、その両者における移動土砂量の関係について比較、考察を行った。

2. 偏向 SAR を活用した土砂量、土砂収支の研究事例

富士川砂防管内の富士川水系一次支川の大武川で、偏光 SAR データを用いた移動土砂量の観測等を行った観測事例があるので示す。¹⁾



図-1 対象箇所位置図

(1) SAR 画像データと解析期間

SAR 画像解析は、人工衛星に搭載した合成開口レーダー(Synthetic Aperture Radar)より、マイクロ波を地表面に斜めに照射し、地表面からの後方散波を受信することで取得した画像データを用いて、隣りあった2回の観測画像の干渉解析によりその間に生じた地表変動量が求まる。これは、天候や昼夜に影響されることがなく、全天候の観測が可能である。

(2)対象範囲、解析手法

日本上空を通過する衛星 ALOS-2 より取得した衛星画像 9 枚を用いて、隣同士のペアで計 8 期間（①～⑧）の画像干渉解析を行い、大武川第 50 床固上流の約 8km 区間の河床変動量を求めた。

SAR 画像で河道の確認が可能で、河幅は最小解像能(3m)の 5 倍以上を有し、下流端の流砂量観測が実施されている大武川中下流区間を対象に、偏光 SAR 解析を行った。河道部の土砂移動量の算出にあたっては、常時変位がない河川横断物（橋梁、堰堤等）の範囲を取り除き、ブロック設定（Block1～Block58 区分）を行い、さらに各ブロックを 5m×5m のメッシュに細分化した。SAR 画像データの干渉解析を行い、各メッシュの 2 画像の間に発生した河床高の変化から移動土砂の体積変化を求めた（図-2 参照）。

(3) SAR 画像解析結果

隣り合った SAR 画像を用いて干渉解析を行い、画像の間に発生したメッシュごとの地盤高さの変化を求め、

キーワード 流砂観測、ハイドロフォン、偏光 SAR、土砂収支

連絡先 〒170-0013 東京都豊島区東池袋 2-23-2 株式会社 建設環境研究所 TEL03-3988-1818

「メッシュ面積(si)×平均高の変化量(Δhi)」より各メッシュの体積変化量($\Delta vi=si \times \Delta hi$)を算出し、これらを集計してブロック毎、そして全区間の累計土砂移動量を求めた。

以上の方法で算出した河床高変動量(ブロック平均)の縦断面図を図-3に、各解析期間①～⑧における土砂移動量及び区間内の土砂変動量の経年変化を図-4に示す。

以上から、対象期間によって、河床上昇(堆積)と低下(洗掘)が見られるが、基本的には、大きな出水(台風)が発生した期間には、河道内に堆砂し、その後に出水がなければ、土砂が徐々に流出し河床低下していく傾向が認められる。

また、2014年9月から2017年9月にかけて、対象区間では、出水によって土砂量が増減することはあるが、トータル的には大きな変動がなく、平衡状態を保っていることがうかがえる。

3. ハイドロフォンデータとの比較

SAR 画像解析と同じ期間内で検討区間の下流端に設置した流砂量観測装置(ハイドロフォン、濁度計、水位計)により観測・換算した移動土砂量(掃流砂+浮遊砂)と SAR 画像解析により求めた土砂移動量の比較を図-5に示す。出水期にかかる期間①、③、⑤、⑧は、区間内の土砂収支はプラス(堆積)であり、上流からの土砂供給があったと推測される。また、非出水期にあたる②、⑦期間は、流入量に比べて流出量が多く、区間内の土砂収支は少しマイナス(洗掘)になっている。また、出水期、非出水期に跨っている④期間は、出水期の流入と非出水期の流出の両方の影響を受けるため、結果的には土砂収支はマイナスになっていると考えられる。

4. まとめ

本研究では、SAR の河床高をとらえたデータの期間が少ないことや、出水期と非出水期にまたがったものや、2 出水を含め河床高の変化をとらえたものもあったため、完全に正確に堆積と洗掘の状況を表現出来なかったが、偏向 SAR による堆積土砂の静的変化とハイドロフォンによる動的な流砂量との関係を概ね示すことが出来た。今後はハイドロフォン等による流砂観測機器を上下流に増設するなどにより、偏向 SAR 解析による土砂量との関係についてさらに精度を高め、偏向 SAR とハイドロフォンの流砂観測値との比較から観測流砂量の精度を高めることが望まれる。

参考文献

1)Kunihiro TOMITA, Zhengxing YE, Takashi HIKITA, Tetsuya SUMI: OBSERVATION AND ESTIMATION METHOD OF SEDIMENT PRODUCTION IN KAMANASHIGAWA BASIN, FUJIKAWA RIVER SYSTEM—TOWARD AN ACCURATE ESTIMATION OF DAM SEDIMENT VOLUME—, ICOLD 2018 26th Congress 86th Annual Meeting, 2018



図-2 ブロック分割と干渉解析結果イメージ図

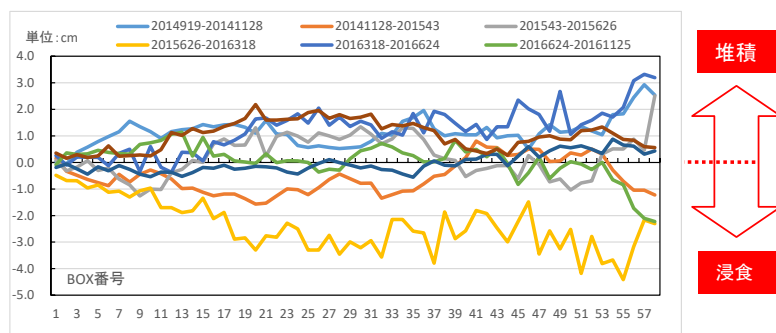


図-3 各解析期間の河床高変動量縦断面図

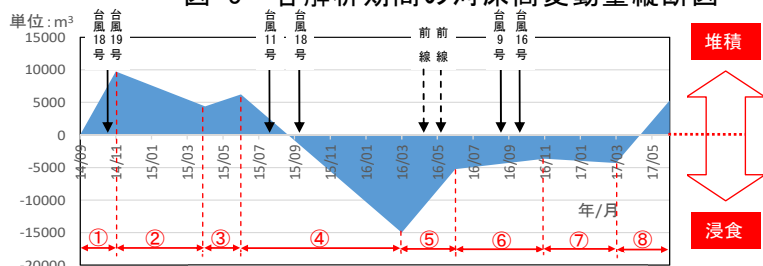


図-4 河道内土砂収支経年変化

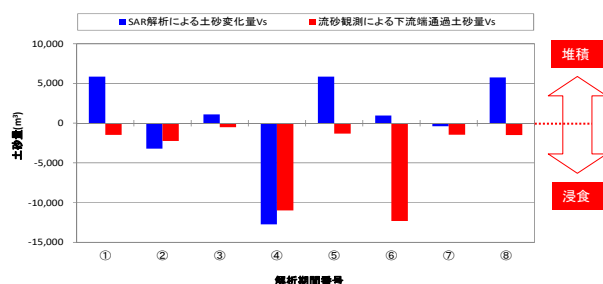


図-5 SAR 画像解析とハイドロフォン等による観測結果の比較