

衛星画像及び地上撮影画像による積雪面積情報を考慮した融雪流出解析

寒地土木研究所 寒地河川チーム 山田 嵩¹
長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 陸 旻皎

1. はじめに

正確な積雪情報の把握は水資源の有効活用や融雪洪水の予測において重要である。衛星画像を用いれば広範囲の積雪情報が得られるが、時間解像度が小さい等の問題がある。一方で地上撮影画像では、情報が得られる範囲（以後、視認領域）は狭いが時間解像度を大きくできる。

そこで本研究では、衛星画像及び地上撮影画像の積雪情報の相関関係に着目し、衛星画像及び地上撮影画像による積雪面積情報を考慮した融雪流出解析を行うことを目的とした。

2. 相関解析

本研究では、対象とする大谷ダム及び笠堀ダム流域の面積標高曲線により、流域を 10 個の標高帯に分割し、QGIS を用いて視認領域を作成した。

作成した視認領域と衛星画像を組み合わせ、視認領域及び流域全体での積雪面積率を計算した。積雪判別には積雪指標 NDSI を用いた。

3. 地上撮影画像

写真の撮影対象期間は 2018 年 4 月 1 日から 2018 年 4 月 23 日までであり、撮影日数は 10 日間である。撮影は大谷ダム及び笠堀ダムの天端より行った。

標高帯の切り出しはカシミール 3D により作成した模擬写真により行っており、積雪判別の閾値には吉田ら(2006)の方法を参考に赤バンドを対象に設定した値を用いた。

適用した手法では目視で積雪、非積雪を判別して各々に教師領域を設定、次に各々の教師領域での赤バンドの中央値を算出した。この各々の中央値に対する平均値を積雪、非積雪領域ごとに算出して、両者の中央値を閾値とした。教師領域は 10 個とし、閾値は各写真に対して設定している。

積雪面積率の計算は対象領域ごとに、閾値以上のピクセル数及び対象領域全体でのピクセル数を合計し行った。ダム流域の積雪面積率の推定式には 1 次関数及び正規化ベータ関数を用いた。正規化ベータ関数は(0,0)及び(1,1)を通る性質を持つ。

4. 融雪モデル

融雪モデルは小池ら(1985)の融雪モデルをベースに、放射収支の計算に太田(1992)のモデルを用いて、底面融雪を考慮したものである。入力データには降水量、気温、日照時間を用いており、計算期間は 2014 年 10 月 1 日から 2015 年 5 月 31 日まで及び 2017 年 10 月 1 日から 2018 年 5 月 31 日までである。

また、ダム流入量より降雨量を減算した値を 5 月 31 日から 3 月 1 日まで加算して、流域の積雪水量を推定した。推定した積雪水量と衛星画像による積雪面積率をプロットして、積雪面積率と積雪水量の関係を推定した。

5. 結果と考察

図 1 には標高帯 5 における積雪面積率の散布図を、図 2 には地上撮影画像による積雪面積率の時系列変化、図 3 には地上撮影画像と衛星画像による積雪面積率の散布図を、図 4 には 2018 年の融雪モデルの計算結果（補正前）を図 5 には融雪モデルの計算結果-2018（地上撮影画像による積雪面積率補正後）をそれぞれ示す。

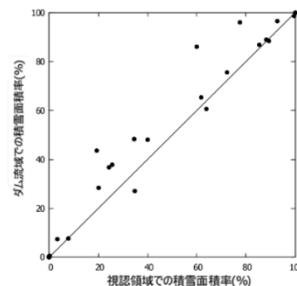


図 1 標高帯 5 における積雪面積率の散布図

¹ 旧所属 長岡技術科学大学 大学院工学研究科 環境社会基盤工学専攻

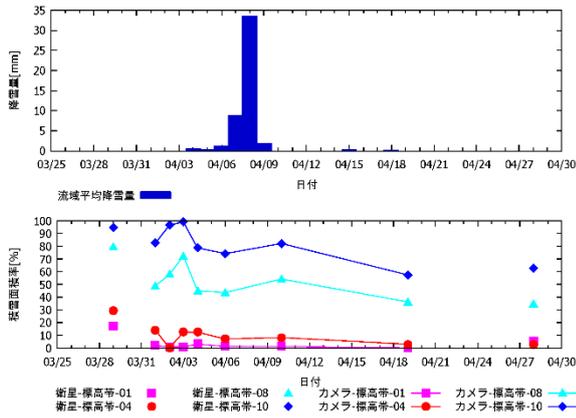


図 2 地上撮影画像による積雪面積率の時系列変化
(正規化ベータ関数)

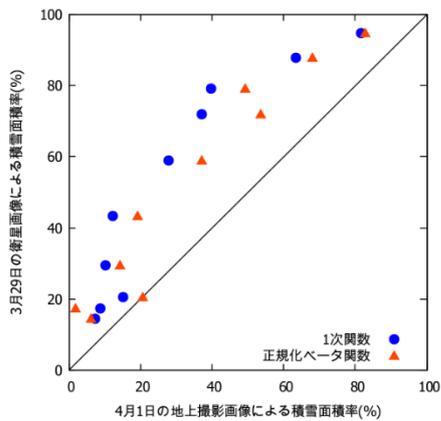


図 3 地上撮影画像と衛星画像による
積雪面積率の散布図

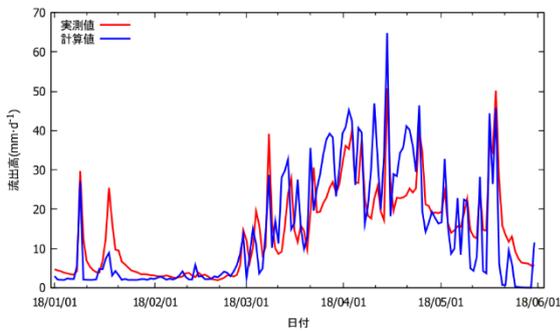


図 4 融雪モデルの計算結果-2018 (補正前)

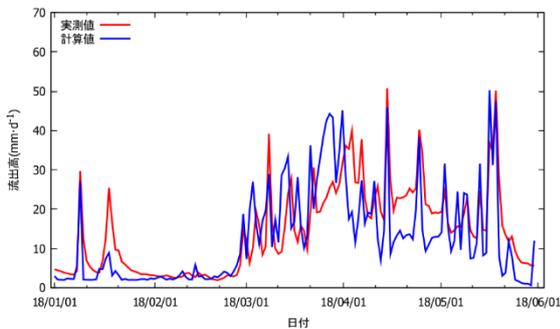


図 5 融雪モデルの計算結果-2018
(地上撮影画像による積雪面積率補正後)

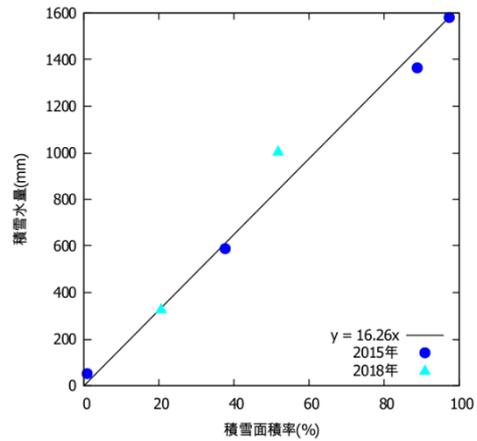


図 6 積雪面積率と積雪水量の散布図

図 1 を見ると、視認領域での積雪面積率と流域全体の積雪面積率には強い相関があり、視認領域での積雪面積率から流域全体の積雪面積率を推定できるといえる。

一方で図 2 及び図 3 を見ると、地上撮影画像による積雪面積率は、時系列変化は妥当だが衛星画像との比較では過小評価となり、負のバイアスが確認できた。これは、地上撮影画像において植生領域の影響があり、衛星画像の撮影日が 2 日前のため融雪が生じたためと考えられる。そのため、積雪面積率の推定精度向上が必要といえる。

融雪モデルによる計算では、図 4 より計算値は実測値の変化の傾向を概ね再現できた。一方で図 5 に示す地上撮影画像による積雪面積率補正後は、融雪末期で過小評価となっている。これは、地上撮影画像による積雪面積率には負のバイアスがあったためと考えられる。また、図 6 より積雪面積率と積雪水量の間には明瞭な相互関係があることが確認できた。

4. まとめ

本研究では、衛星画像において視認領域での積雪面積率及び流域全体での積雪面積率を比較して積雪面積率に強い相関があることを示した。一方で実際に地上撮影画像により推定した積雪面積率は、負のバイアスがあり過小評価であった。融雪モデルにフィードバックを行った場合でも、融雪モデルの計算値は過小評価となった。今後は、AI によるダム流入量の予測を行う予定である。