

マイクロ波の反射強度に基づく実河川の水位の推定

新潟大学工学部工学科社会基盤工学プログラム
新潟大学大学院自然科学研究科
新潟大学災害・復興科学研究所

学生会員 〇大原 由暉
正会員 茂木 大知
安田 浩保

1 はじめに

近年、気候変動が要因と考えられる記録的な豪雨により、全国で水害が頻発している。現在、洪水の状態は水位計と水位観測所に併設された CCTV カメラによって確認されている。しかし、これらの観測機材は平均して 10 km 程度の間隔でしか設置されていない。また、夜間時や雨天時においては視界不良となるなど、時間帯や天候に強く影響を受ける。このように、災害時における河川の監視体制は十分とは言い難い。また、水位計も CCTV カメラも測定原理の制約から河川沿いに設置され、破堤に伴う流失の事例が報告されている。

上述した既存の河川の監視体制に対し、著者が所属する研究室では、約 8 km² の範囲において、70 万点以上のデータを 2.5 秒で得ることのできるマイクロ波レーダーによる河川の観測を 2020 年 4 月から実施している。この観測から、水面、堤防や橋梁などの土木構造物とレーダーとの水平距離の測定が可能となったことが明らかとなったが、流速や水位・水深など、各種の水理量を得るには至っていない。

そこで本研究では、そのマイクロ波レーダーから得られた反射強度データと、国土地理院の標高データの組み合わせにより、水位の推定を行った。

2 マイクロ波により得られる水平距離と反射強度を用いた水位の推定

2.1 マイクロ波により得られる情報

本研究に用いたマイクロ波レーダーは、マイクロ波を反射する対象物の反射強度及び対象物までの水平距離を測定する 2 次元レーダーである。また、マイクロ波は、液相と固相で反射強度が大きく異なる物理的な性質があり、液相の水面と固相の堤防や橋梁などを原理的に識別できる。

図-1 は信濃川（新潟県小千谷市）に設置されたレーダー周辺の航空写真及び反射強度データで、30 秒間（測定 12 回分）の時間平均化したものである。まず、地形図や航空写真との対比により、図-1 の反射強度が大きい箇所は 2 つの橋梁や堤防などであることが確認できる。

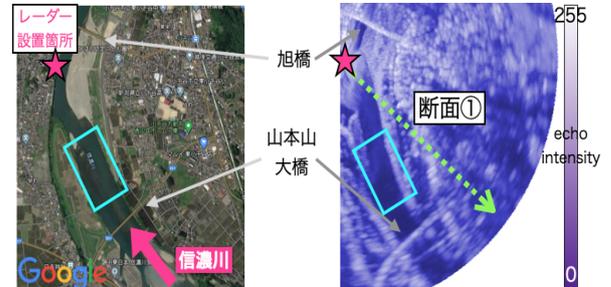


図-1 航空写真及び反射強度データ

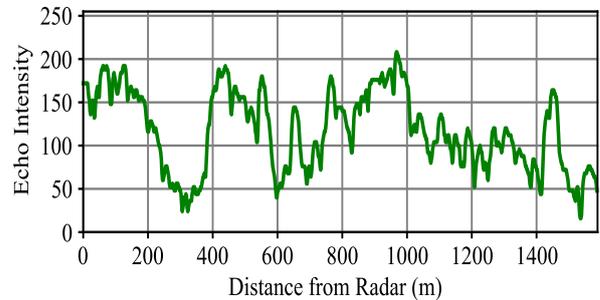


図-2 反射強度データ

2.2 水平距離と反射強度を用いた水位の推定

図-2 は図-1 における断面 1 の反射強度をプロットしたものであり、反射強度の急変箇所が水際を示していることが推測できる。ただし、2 次元レーダーで得られる位置情報は平面座標 (x_R, y_R) に限られ、その標高を把握できない。

本研究では、反射強度の急変箇所を水際と仮定し、その地点の平面座標 (x_R, y_R) と国土地理院の DEM における平面座標 (x_G, y_G) を照合することで、 (x_G, y_G) における標高 z_G を水際の標高と考えることにより、水位を推定した。

3 水位の推定

本研究では、図-1 の青枠内の範囲において水際の検出及び水位の推定を行った。

3.1 反射強度の急変箇所に基づく水際の比較

図-3 は、2020 年 4 月 10 日及び 2020 年 7 月 9 日の反射強度データに基づき検出された水際の比較をしたものである。表 1 に示すように、水位が高い 2020 年 7 月 9 日の方が左岸側で水際が広く検出されていることが確認できる。右岸側に大きな違いが見られないが、図-4 の横断図に示すように、堤防の傾斜が大きいために、水位の上昇に対して平面的な変化が少なかったからと考えられる。

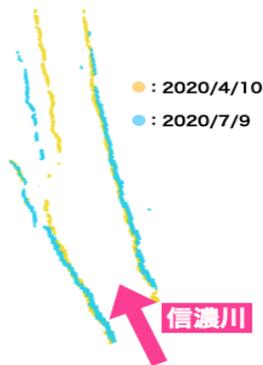


図-3 検出された水際

日時	水位
2020/4/10 15:00	42.70 m
2020/7/9 11:00	46.05 m

表-1 測定日時の水位

3.2 推定された水位の比較

水位の推定は範囲内において、右岸・左岸に分けて行い、およそ 10 m ごとに移動平均化した結果が図-5 及び図-6 である。図-3 の両日で検出された水際の違いが顕著であった左岸側において、水位も大きく異なる結果となったが、検出された水際の違いが小さかった右岸側については、水位に大きな違いが見られなかった。

水位観測所からおよそ 300~400 m 程度離れた地点である図-5 及び図-6 の 400 m 周辺で推定された水位と、表 1 の実測された水位を比較してみると、左岸側では両日ともにおよそ妥当な値と言える。

右岸・左岸に共通して存在する水位が急変している地点については、検出された水際の精度が十分でなく、傾斜が大きい箇所で誤差が生じていることが原因と考えられる。特に堤防の傾斜が大きい右岸側でその傾向が顕著である。また、そもそもの地形が凹凸を含んでいる可能性があることも原因として挙げられる。

4 おわりに

本研究では、マイクロ波の反射強度及び国土地理院の DEM を利用することにより、実河川において、ある程度の精度で水位を推定できる可能性が示唆された。

しかし、現時点では、水位観測所の一点で得られた水位と比較したのみである。このため、今後の課題として、水位の実測の数を増やし、レーダーで測定された水平距離から推定される水位の妥当性の検証が挙げられる。また、前章で述べた勾配が大きい箇所において水位が適切に推定されない原因である水際の検出精度の向上も課題として

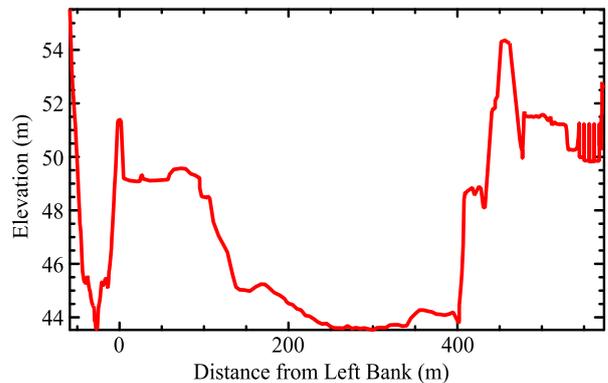


図-4 河道の横断面図

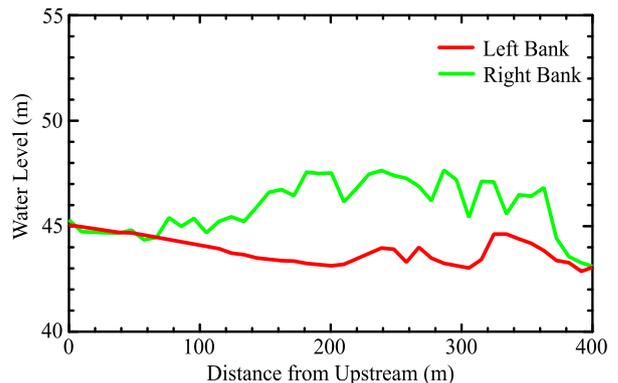


図-5 2020/4/10 における推定された水位

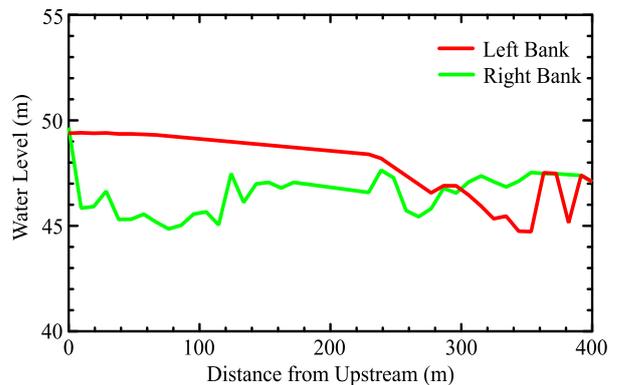


図-6 2020/7/9 における推定された水位

挙げられる。レーダーを用いた観測の優位性は、空間と時間のどちらにも高い分解能での測定が可能なこと、この性質を生かし、機械学習の使用も視野に入れた改善などを試行する予定である。また、本研究における水位の推定範囲は、レーダーでの探査範囲の一部のみであり、今後は同レーダーの探査範囲の全体における水位の推定も実施する予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省 水門水質データベース：<http://www1.river.go.jp/>
- 2) 国土交通省 国土地理院 基盤地図情報 (数値標高モデル)：<https://www.gsi.go.jp/top.html>
- 3) GoogleMap：<https://www.google.com/maps/>, 2020.