

小規模河川を対象とした 水位観測のための写真測量手法

1240055 川添峻平

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

森林と河川流量との関係が明らかになっていない。また、河川の問題を取り扱う場合、水位、流量が基本的な資料となる。本研究では、河川の水位、流量を得るために水際線の取得を精度よく行うことを目的とした。そのために写真測量手法を使ってさまざまな条件での撮影手法を検討した。止水域、流水域での PL フィルターの有効性やデジタルカメラによる写真測量手法での水際線が取得できることが分かった。

Key Words : 河川水位観測, 水際線, PL フィルター

1. はじめに

日本では、森林管理の担い手が減少していることによる放置林の増加が問題になっている。また、近年、河川流量の減少も問題となっているが、強度間伐により、流量が回復したという報告がある¹⁾。

森林があることによって、雨水が一気に海へ流れることなく、時間をかけて川へ送り出されることで、森林は水資源の貯留機能があるとされている²⁾。しかし、森林自身も生きていく上で土壌中の水分を必要とするので、蒸発散作用により、河川流量が減少するとも考えられている³⁾。このように河川流量と森林との関係は複雑であるため、河川流量と森林状態との関係を明らかにすることが求められている。

一方で河川流量観測には労働力が求められ災害での危険性が問題であったが、近年では、レーザー技術等で改善されてきた。しかしレーザー測量は中規模や大規模河川を対象としているので小規模河川には向いていない⁴⁾。また、小規模河川においては、河川観測も少ない。したがって本研究は小規模河川を対象とし、写真測量による水際線観測を確立していくことを目的とした。

水際線を精度よく計測することができれば、水位を簡易的に測ることができると考えられる。

2. 写真撮影機材と撮影対象

2.1 使用カメラ

撮影カメラとレンズは SONY のデジタル一眼カメラ α ILCE-7K とレンズ E50mmF1.80SS を用いた(図 1)。



図 1. 使用したカメラとレンズ

2.2 PL フィルター

PL フィルターは Kenko の PRO1D plus WIDEBAND サキュラー-PL(W)を用いた(図 2)。



図 2. 使用 PL フィルター

PL フィルターは、偏向フィルターの一つで、偏向膜を利用して反射光を抑えたり、レンズを回転させることで効果を変えることができるもので、縦スリット時には反射光の取り込みを抑制し、横スリット時には反射光の取り込みを促進さ

せることができる。本研究では、水際線を取得するための写真測量手法にこのPLフィルターを用いて水際線の撮影を検討した。逆光時のPLフィルター有無の違いを図3, 4, 5に示す。



図 3 .

PL フィルター無し画像



図 4. PL フィルター有り縦スリット画像



図 5. PL フィルター有り横スリット画像横スリットで反射を強調させて撮影すると、水底の形状の写り込みが少ないことがわかった。

2.3 撮影対象

まず止水域での水際線撮影として鏡野公園の池で行ない、その次に流水域での水際線撮影として片地川で行った。



図. 6 撮影対象

3. 波のない止水域での水際線観測

3.1 撮影手順

PL フィルターは曇天よりも晴天の方が効果が大きいため、晴天時に撮影を行なった。太陽の向きの条件は太陽を背にした順光、正面にした逆光に分けられ、この条件で撮影をおこなった。2本のポールと60センチ定規を使って基準座標を作成し、水際線に沿って、20cmずつ進みながら10枚撮影した(図7)。

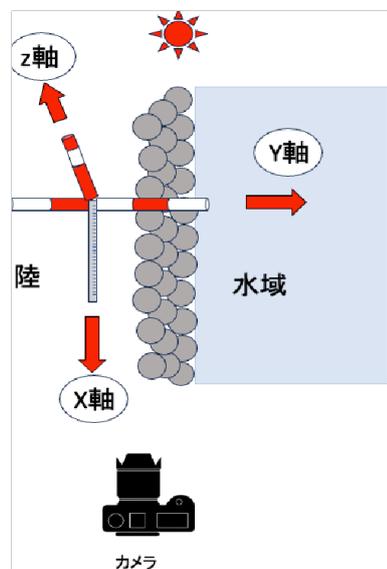


図 7. 撮影状況

太陽高度と水面との撮影角度が同じになる鏡面反射角を基準として、鏡面反射角 $\pm 5^\circ$ の角度で逆光、順光の条件でPLフィルターを使って撮影を行い、水際線を取得するのに適した条件を検討した(図8)。

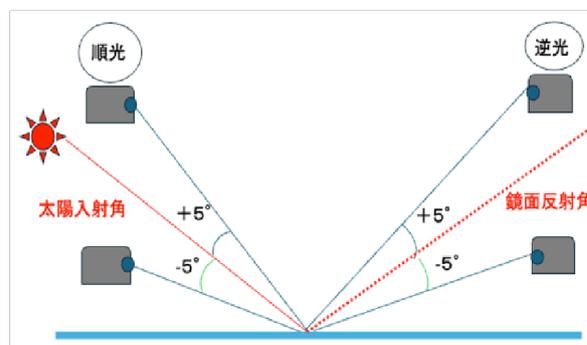


図 8. 撮影鉛直角

3.2 SfM を用いた点群処理

SfM とは複数枚の写真からカメラの位置や姿勢と対象物の三次元形状を同時に推定し点群データを得る手法である。点群の前処理として、画像のポールと定規の x 軸, y 軸, z 軸の交点を (0, 0, 0) の原点として座標を与え幾何補正を行なった(図 9)。

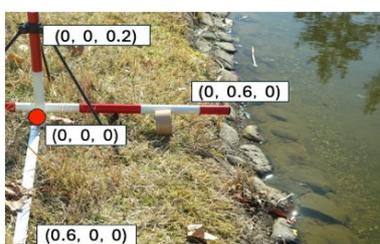


図 9. 幾何補正に用いた座標点群密度を 8.1×10^6 点/ m^3 に上げ、より詳細な点群データを作成した。

3.3 観測結果

PL フィルターを縦スリットにして水面からの反射を抑制させ、順光、逆光それぞれの条件で鏡面反射角 $\pm 5^\circ$ の角度で撮影した画像を点群化したものを図 10 に示す。PL フィルターを横スリットにして反射を強調させ、順光、逆光それぞれの条件で鏡面反射角 $\pm 5^\circ$ の角度で撮影した画像を点群化したものを図 11 に示す。



順光時の鏡面反射角 $+5^\circ$



逆光時の鏡面反射角 $+5^\circ$



順光時の鏡面反射角 -5°



逆光時の鏡面反射 $+5^\circ$

図 10. PL フィルター縦スリットの点群



順光時の鏡面反射角 $+5^\circ$



逆光時の鏡面反射 $+5^\circ$



順光時の鏡面反射角 -5°



逆光時の鏡面反射角 -5°

図 11. PL フィルター横スリットの点群

縦スリットの場合では逆光、順光、撮影角度関係なく河床まで点群化された。横スリットの場合では逆光時の鏡面反射角度 -5° の撮影が水際線を捉えやすいことが分かった。実測した検証データと比較して、最も水際線に近い精度であった。逆光で横スリットの鏡面反射角 -5° の点群を x 座標 0~0.01m 範囲の点群を用いた断面図で評価

した (図 12). 水際線の位置は緑の点線, 水面に位置は赤の点線で示す.

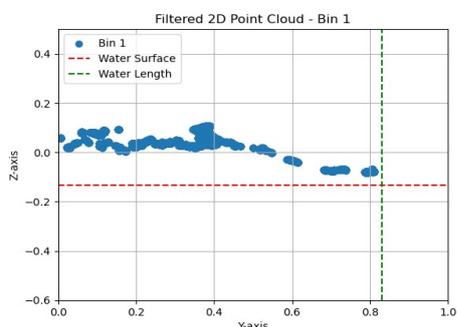


図 12. 逆光時の鏡面反射角 -5° 横スリット断面図

実測値と断面図の比較では, z 軸の水面までの誤差が 0.052m , y 軸の水際線までの誤差が 0.021m であった.

4. 波のある流水域での水際線観測

止水域と同じ撮影手順と SfM による点群処理を流水域でも行なった。止水時では逆光時の鏡面反射角 -5° での撮影手法が有効であることが分かったので同様に流水域の逆光時を検討した。縦スリットの鏡面反射角 $\pm 5^{\circ}$ の点群を図 13, 横スリットの鏡面反射角 $\pm 5^{\circ}$ の点群を図 14 に示す。流水域では, 逆光時, PL フィルターのスリット向きや鏡面反射角 $\pm 5^{\circ}$ に関わらず水際線に近い位置で精度よく捉えることができた。止水域で最も精度の良かった条件での点群を用いた断面図を図 15 に示す。



逆光時の鏡面反射角 $+5^{\circ}$ 逆光時の鏡面反射角 -5°

図 13. PL フィルター縦スリットの点群



逆光時の鏡面反射角 $+5^{\circ}$ 逆光時の鏡面反射角 -5°

図 14. PL フィルター横スリットの点群

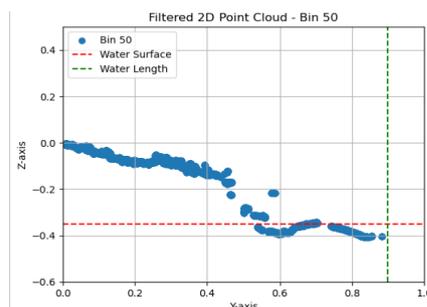


図 15. 逆光時の鏡面反射角 -5° 横スリット断面図

実際に測った数値と点群を用いた断面図だと, z 軸の水面までの誤差が 0.067m で, y 軸の水際線までの誤差が 0.012m であった.

5. 考察

止水域の場合, 逆光で PL フィルター横スリットの鏡面反射角 -5° での撮影が最も精度よく水際線を取得することができた。これは水面が鏡のように平滑な場合, 一定角度方向に, 太陽光の多くを反射するからであると考えられる。一方で流水域の場合, 太陽方位 や PL フィルターのスリットに関係なく水際線が取得できた。これは波の影響があり, 波で光が反射され河床まで光が屈折しないことが原因であると考えられる。よって流水域では PL フィルターの有効性はあまりないことがいえる。また, 地面から水面までの位置の誤差に比べると, 水際線までの誤差が小さいことが分かった。よって PL フィルターを用いたデジタルカメラによる写真測量は精度よく水際線を取得できることが分かった。

6. 参考文献

- 1) 恩田裕一. 2015, 荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善を図る革新的な技術の開発.
- 2) 林野庁研究所, 水を育む森林のはなし
- 3) 独立行政法森林総合研究所, 林と水との関わりを調べる.
- 4) 柏田仁・二瓶泰雄ら. 2017, 非接触計測と水理解析による河川水位・流量観測システムの確立に向けた検討