

Photog-CADにおける写真同時撮影技術の開発

貞山・北上・東名運河研究会 正会員 後藤浩佳
貞山・北上・東名運河研究会 正会員 後藤光亀

1. はじめに

Photog-CAD は、市販のデジタルカメラなどで3枚の写真撮影し簡便に写真測量できるソフトウェアであり、現在フリーソフト版（後述）も公開されている。

静止した被写体であれば、1人が1台のカメラで3枚撮影することが可能であるが、水、生き物など動き続ける被写体を Photog-CAD 解析用に3枚を同時に写真撮影することは困難である。そこで、3台のデジタルカメラを同時にシャッターを切れる写真撮影システムを試作し、その適用性と応用性を検討した。

2. 写真同期撮影技術と Photog-CAD 解析への適用性

1) 写真同期撮影技術システムの試作

解析に用いる3枚の写真は、同一機種、同一レンズ焦点、同一画角（レンズ広角端か望遠端）が必要とされる。

3台のカメラを機械的に同期させ1/100秒単位で画像を得るのは困難を伴う。近年無線リレーズが販売されているが、対応機種が約4万円で、廉価の海外品は国内電波法に触れる問題等があり、対応できるカメラも1台約7万円以上と高価である。そこで安価な中古カメラと簡単なDIY工作による同期撮影システムを試作した。

試作に用いたのは、CHDK (Canon Hack Development Kit) で、Canon 製のコンパクトカメラのFirmwareを一時的に制御し、基本的な性能に様々な機能を付加する公開ソフトで、自己責任で無償入手でき使用することができる。

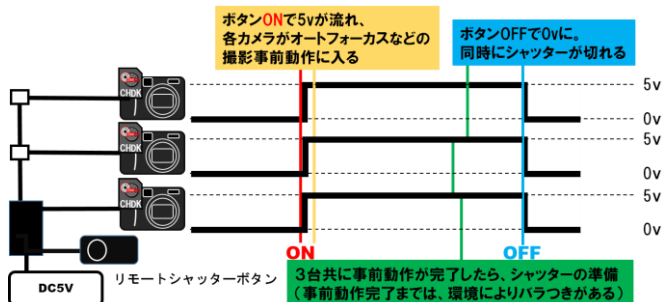


図-1 3台のカメラ同期写真撮影システムの概要

CHDK 機能の“Remote Parameters”で“Enable Synch”をチェックしてUSBケーブルを並列接続した3台のカメラを同時にシャッターが切れる。

図-1 は、3台のカメラ本体のシャッターを0-5Vの電圧

をトリガーとし、CHDK 機能を使用した同期撮影リモートシャッターシステムである。試作には100円均一ショップで入手可能なスマートフォン用シャッター、モバイルバッテリー（300円）、中古ショップのUSBケーブルを用いた。デジタルカメラは、中古品（1000円）のCanon Powershot A550（710万画素）で、USBケーブル長さは5mとした。費用は、合計約4千円である。CHDK リモートシャッター動作には各種設定があるが、今回は、スイッチON→オートフォーカス（ロック）、スイッチOFF→シャッターリリースと動作するように設定した。

2) Photog-CAD 解析への適用性

基準スケールとポール（垂直に立てる）を設置し、必要に応じてマーカーを配置する。撮影後、パソコンへの写真の入力とスケール長さの入力や測点入力などソフトによる解析を行えば、3次元の地形モデル（TIN）や横断面などの表示が可能である。

今回は、海岸線の砕波と離岸流の動きを解析することを目的とし、2017年9月19日に宮城県東松島市の野蒜海岸で3台のカメラの写真同期撮影の確認を行った。

3. 海岸線の砕波の解析

同時撮影した画像を目視で確認すると、波立った波頭部の形や高さが同じであることや砕波内の泡模様の類似性からほぼ同期撮影出来ていることが判明した。晴天下であれば、1/500秒でシャッターが切れる。

当初、3台同時撮影した30回の内、同時撮影失敗（カメラ3台中、1台のシャッターが下りない）が5回、1台が他2台より1秒遅れて撮影が2回、1台が他2台より1秒早く撮影が10回で、同時撮影成功が13回と評価し、その安定度に若干の課題が残った。また、シャッターが下りない現象や同期のズレはほぼ特定のカメラで多く生じており、カメラ自体の特性も考えられる。

その原因の一つは、3台のカメラのシャッター起動の一連の動作で、スイッチON（ロック）で各カメラがオートフォーカスを行うが、光量が少ない場合や各カメラの被写体へのフォーカスに時間がかかる場合（きれいな水面等）は、それを確認せずスイッチOFFでシャッターリリースを作動させたとき連動しないことが考えられた。今回用いたカメラにはマニュアルでのフォーカス機能がないので一つの制限因子となっている。

他の理由は、今回の汎用デジタルカメラの時間合わせは1秒単位であり、今回の時間差の確認では、使用した3台のカメラ内の時刻合わせを標準時を参考に手動で行っているため、カメラ内蔵の時計（秒）の誤差が考えられる。

そこで、3台同時撮影を確認するため、1/100秒表示の時計を撮影して確認した。USBケーブル長をA・B（センター）・

Cともに1.5m、A・Cのみ5mとして、各30回同期撮影を行った。その結果、前者では、6回/30回が1/100レベルで完全同期、残りはAのカメラのみ3/100秒遅れた。後者では、13回/30回が完全同期、残りが同じくAのカメラのみ3/100秒遅れた。したがって、Aのカメラ特性の影響が示唆された。今回のUSBケーブル長さでは影響は少なく、いずれも1/100～3/100秒内の同期撮影が確認できた。

砕波の解析では、画像に泡模様や漂流物が写し込まれていると Photog-CAD の解析が容易である。それらが無い場合はマーカーとなるものを準備するか、海岸線の漂着物を流すことが必要である。

図-2に、海岸線の砕波直前の波の形状と前浜の地表面の横断図を示す。3枚の写真には、多くの特徴的な泡模様が形成され、Photog-CADの解析は容易に行えた。砕波の反り返る波の形状も表現できている。

一方、本解析では、一方向からの撮影であり、3枚の画像ともに写し込まれていない場所の解析はできず（写真測量の宿命）、また、カメラのメモリへの書き込み時間が約1秒であるので、これより細かい時間の分解能の解析はできない。しかし、動きの速い被写体の形状は十分表現することができた。

以上の結果より、水、生き物、車など動き続ける被写体を同期撮影し Photog-CAD で解析することにより、被写体までの空間距離や形状・寸法などを評価することが可能となった。この同期撮影をインターバル撮影することで対象被写体の空間移動速度などの評価を行うことも可能となる。

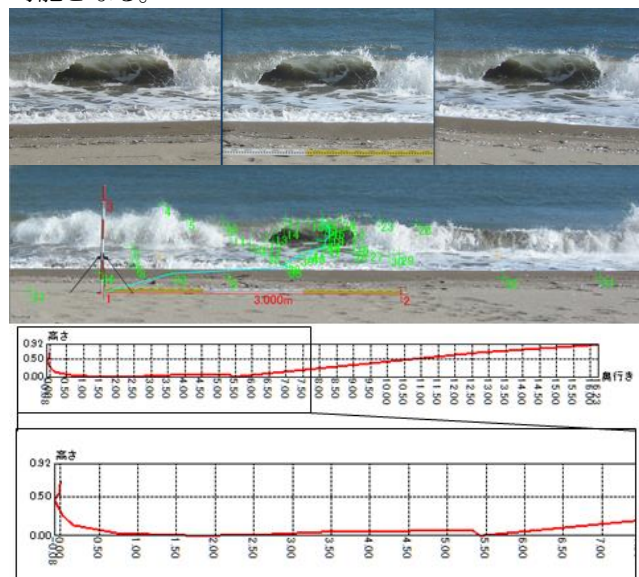


図-2 3台のカメラ同期撮影による砕波の解析結果

4. 海岸線の離岸流への応用

離岸流は、海水浴場にとって大きな課題である。離岸流の流速は約2m/sに達するとともにされ、一般人ではこの流れに対抗して岸に泳ぎ着くことは困難である。離岸流の調査は、海面着色剤を流し浜辺からの写真撮影やドローンによる空中撮影が行われるが、ドローンは費用が

かかり特殊技能が必要であり、また、色素を流すことは野蒜海岸の沖で行われているカキの養殖場があるため難しい。また、離岸流は風向きや波の高さなど日々の気象条件で変化するので、海水浴場関係者など一般人が簡易に評価する手法がない。市販のデジタルカメラ等による3台のカメラでの写真同時撮影技術は、離岸流の現状解析を速やかに対応できる評価手段として期待される。

離岸流に関する Photog-CAD による解析を行った結果を踏まえ、その課題と今後の展望を考察する。

離岸流の解析を行うに当たり、海岸線で利用できる離岸流と共に漂流する目標物が必要となる。色の付いた浮きなども考えられるが費用と回収に問題がある。

そこで、砕波時の泡模様、海岸線への漂着物の利用を検討した。砕波時の泡模様は、時々刻々変化するので流線としてトレースするのは難しい。離散的な速度ベクトルとして表現することはできるが熟練が必要と考えられる。海岸線への漂着物の利用は、湿った木片などは有効であるが確認しづらく、乾いた木片やペットボトルなどの水面上に浮き過ぎるものは風の影響が無視できない。

サーファーは、離岸流の流れを読んで沖合に出るという。経験豊かなサーファーの方々の協力を得て、サーファーはボードに乗らないで、ボードにつかまり離岸流の目標物になってもらう方法も考えられる。一方、海岸線で投げ釣りをを行う釣りは、離岸流により海底が掘られてできた大きな溝のカケアガリから流芯に向かって集まる様々な魚を狙うとされる。この釣り人達の協力を得て、漂流板を釣り糸につけリールをフリーにして離岸流を観測した後に漂流板を回収して使い回す方法も考えられる。

離岸流の区域は、周囲に比べて波が立たなく、波打ち際の泡が沖に向かう場所、海岸線の砂浜が凹の場所などとされている。しかし、離岸流は、海岸線に斜めの方向に流れる場合もあり、海岸線の砂浜が凸の場所からも離岸流が発生する。したがって、表面的な状況からの判断だけでは困難で、海底地形や風向き、沿岸流などの影響を受けるので、現地でのリアルタイムの観測が重要となる。離岸流は、波があればどこでも海岸からの沖向きの流れが生じる。この離岸流の簡便な評価法として Photog-CAD の利活用方法を検討していきたい。

5. おわりに

Photog-CAD フリーソフト版は、平成29年12月より日本国内でダウンロードもしくは製品媒体で入手し、国内で利用することを条件に使用できるようになり、学校教育や生態環境調査など、様々な利活用法の展開が期待される。

「災害復旧効率化支援システム (Photog-CAD) フリーソフト版」

<http://www.gis.jacic.or.jp/gis/photog/free/index.html>

本研究は、一般財団法人日本建設情報総合センターの研究寄附金助成を受けて実施した。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献 1) 後藤浩佳、後藤光亀「Photog-CADによる土木遺産の調査と利活用」平成27年度土木学会東北支部技術研究発表会、2017.3