

有人ヘリコプターによる実河川流れ場画像解析の応用

近畿大学大学院総合理工学研究科	学生員	奥野 訓史
近畿大学理工学部	正会員	江藤 剛治
近畿大学理工学部	正会員	竹原 幸生
近畿大学理工学部	正会員	高野 保英

1. はじめに

時々刻々変化する流れを定量的に計測する手法として PTV (Particle Tracking Velocimetry) がある。室内実験内での流れ場計測では PTV が有効な手段として用いられ、高性能な流れ場計測が可能となった。実河川の計測でも PTV は有効な手段として考えられる。さらに、撮影方法として有人ヘリコプターによる空中撮影を加えることで、広範囲での流れ場画像計測が可能になると考えられる。昨年の研究でヘリコプターを用いた画像計測で実河川の表面流を計測することが可能であった。しかし、直接流速測定を行ったものと比較は行っていない。そこで、本年はヘリコプターを用いた PTV から得られた表面流速と、ADCP による計測で求められた直接の流速の比較・検討を行う。

2. 実験方法

平成 14 年 7 月 3 日 15 時に国土交通省近畿地方整備局、神戸大学など共同で、宇治川、木津川、桂川の三川合流地点より宇治川上流 1km 付近において画像計測を行った（図-1 参照）。この付近の川岸には、あらかじめ空間補正のための標定が設置されている。この日の天候は晴れ、気温 33℃、水温 26.2℃であった。撮影時は下流から上流に強い風が吹いていた。

流れを可視化するためのトレーサー粒子としては、環境への負荷が小さいこと、安価であること、上空 300m から撮影しても確認可能な大きさであることを考慮して、直径約 15cm の市販されている煎餅（主成分は澱粉）を使用した。煎餅が河川の幅方向に一様に流れるように、河川横断方向に進むボートと撮影場所より上流の左岸側 2ヶ所の川岸、合計 3ヶ所から、合計約 6千枚の煎餅を散布した。国土交通省近畿地方整備局所有のヘリコプター「きんき号」により、高度 300m からビデオカメラで流れ場を撮影した。ビデオカメラは池上通信機製で、フレームレートは 1/30 秒であった。表面流速の計測はヘリコプターから行ったが、内部流速の計測は、ボートに搭載した ADCP を用いて行った。計測範囲は標定点設置場所から上流に 300m、下流に 300m で、計測間隔は流れ方向に約 50m、横断方向に約 5m であった。計測水深は 20cm、50cm、100cm、150cm、200cm、250cm であった。



図-1 観測地点



図-2 撮影画像の一例

3. 表面流の計測

3.1 解析方法 解析には河川表面を流れるトレーサーの量が多く、標定点が 9 つ以上写っている 1 秒間隔の連続する 1 分間 (60 枚) の画像を使用した。撮影画像の一例を図-2 に示す。川岸付近にある白い点が標定点 (70m 間隔程度で 17 点設置) であり、川面上の白い点が煎餅である。その連続する画像に PTV を適用し、トレーサーの移動量を算出する。画像上の座標で得られた PTV の解析結果

キーワード：ヘリコプター、実河川、PTV

連絡先：577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1 近畿大学水工学研究室 TEL: 06-6721-2332

を実空間に変換し、流速ベクトル図を求める。しかしながらこの方法で求められた流速ベクトルには、河川下流から上流へ流れる結果になるものもあった。これは波や水面における太陽の反射光の存在が影響していると考えられた。そこで、波や太陽反射光の画像上での輝度値を数 10 点調べると、煎餅の中心の輝度値よりも小さい値となった。そこで、輝度値 220 以上のもののみを粒子と判定して、PTV 解析を行った。

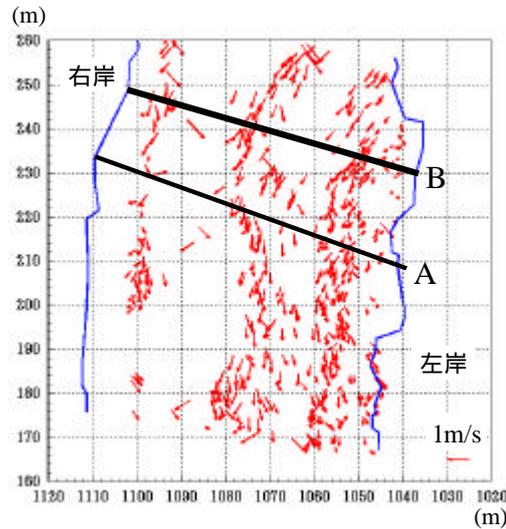


図-3 PTV 解析結果の一例

最終的に、上記の手順により得られた 60 枚（1 分間）の流速ベクトル図を基に、河川表面の空間平均流速ベクトル分布図を求める。

3.2 結果・考察 図-3 に、PTV 解析より得られた実空間変換後の流速ベクトル分布図の一例を示す。また、図-4 に 60 枚の PTV 解析結果より得られた、平均流速ベクトル分布を示す。

全体的に右岸に向かうような流れになっているが、これは河川が湾曲しているためだと考えられる。また中央よりやや右岸よりに、流速ベクトルがほとんど無い部分が見られるが、これはこの付近を流れる煎餅が少なかったためである。さらに、輝度値を用いてトレーサ（煎餅）と太陽の反射光の選別を行ったにもかかわらず、PTV 解析結果の中には、煎餅と同程度の輝度や大きさを有する太陽反射光を追跡している場合もみられた。

4. 水深 20cm の内部流速と表面流速の比較

図-5 に、PTV 解析により得られた表面平均流速と ADCP により計測された流速の断面方向分布の比較を示す。図-5(a) は図-3 中の A 断面、(b) は同図中の B 断面に相当する。なお ADCP の計測結果は、河川表面に一番近い水深 20cm の地点の流速である。

A および B 断面とも、流速分布の形状は概ね同じであるが、流速 ADCP の測定より得られた流速の方が、PTV で得られた表面流速がより速いという結果となった。この原因としては、観測当日下流から上流へ風が吹いていたために、表面の流速が水中の流速よりも遅くなったことが考えられる。また、A 断面の左岸から 65m 付近で、流速の大きな違いが見られる。目視による観察では、65m 付近には潜り込むような流れが確認され、流速が遅くなることが予想されたが、PTV 解析より得られた表面流では再現されていない。今後、PTV による表面流の観測結果を境界条件とする数値計算により、内部流を求め、ADCP による測定結果と比較・検討する必要があると考えられる。

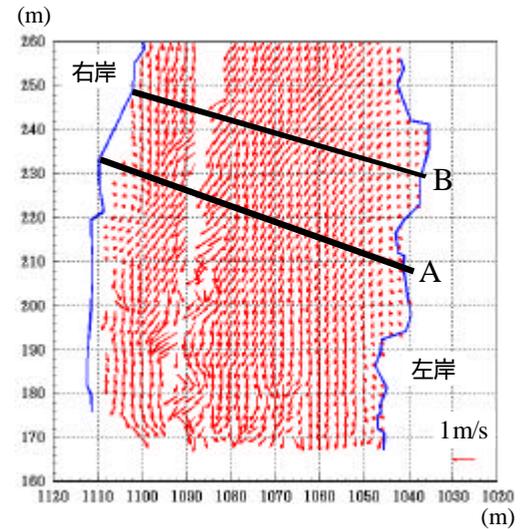
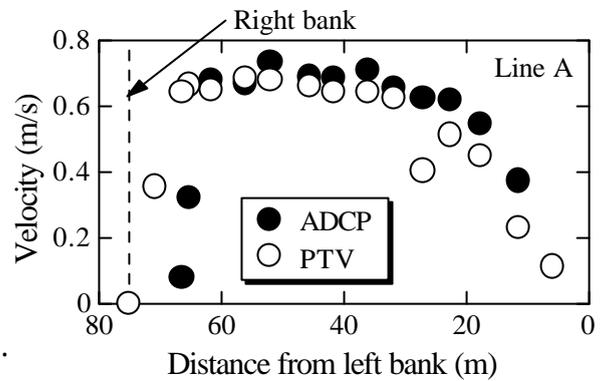
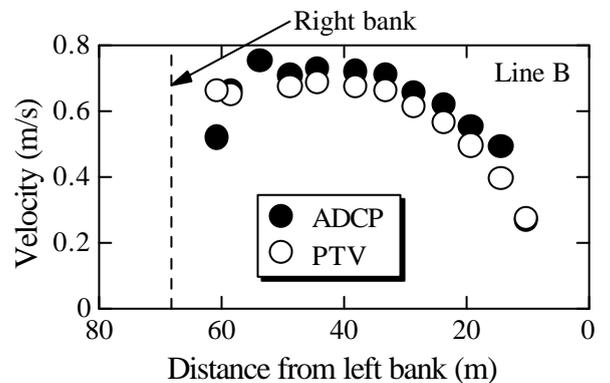


図-4 空間平均流速ベクトル分布



(a) A 断面



(b) B 断面

図-5 ADCP 測定と PTV 解析による流速分布の比較（図-3 中の A および B 断面）