

赤外線 PTV のための基礎技術の開発

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 がある。PTV は流れの中にトレーサー（可視化するための粒子）を入れ、その個々のトレーサーを追跡することで流れ場の情報を得る手法である。実験室内での流れ場の計測には PTV が最も有効な手段として多く用いられ、高性能な流れの計測が可能となった。では、実河川等の野外での流れ場計測はどうであろうか。現在、主に実河川の流速計測には浮子を用いて、平均流速を計測している。また、夜間洪水の場合には発光するための特殊な薬品を使用した自発光浮子が用いられている。これらの浮子は概略の流速を計測するのに適しているが、大量に浮子を必要とする詳細な流れ場の情報を得るためには適していない。なぜなら、これらの浮子は高価であり、大量に散布すると自然環境に負荷を与えてしまうからである。そこで、環境に負荷のないトレーサーを用いて実河川に PTV を適用すれば、実河川での通常の流れや、洪水流の詳細な流れ場の情報を手軽に得られると考えられる。しかしながら、通常のビデオカメラでは、夜間の撮影の場合照明や特殊なトレーサーを必要とするため発生時間の不定な洪水時には適用が難しい。昼夜を問わない撮影の方法としては、物体の温度を画像として表示する赤外線カメラの利用が考えられる。そこで本研究では、赤外線 PTV のための基礎技術の開発を行う。

2. トレーサーの選定

室内実験で PTV を用いる場合、小さなプラスチックの粒子などを使用するが、実河川で赤外線カメラを用いる場合、トレーサーの選定に当たっては以下の条件を検討する必要がある。

- | | |
|-------------------|------------------------|
| (1) 自然への負荷が少ない。 | (4) 安価である。 |
| (2) 水よりも比重が少し小さい。 | (5) 画像上で認識可能な大きさを有する。 |
| (3) 取り扱い上に危険がない。 | (6) 水温よりも温度が十分高いまたは低い。 |

これらを考慮して、本研究では氷および水温との差をつけた煎餅をトレーサーとして用いる。

3. 煎餅について

以下では煎餅をトレーサーとする場合について検討する。煎餅は水温との差をつける必要があるため、温める方法および冷やす方法を試みた。直径約 15cm の煎餅を水面に静かに浮かべる。水面より約 90cm 離れた場所から赤外線カメラ（TH3104mr、日本電気（株）製）で撮影した。以下に水温との差を付ける方法を示す。

- (1) 煎餅を 80 のお湯で 5 分間温める。
- (2) 煎餅を -40 の冷凍庫で冷やす。
- (3) 水を十分含ませた煎餅を -40 の冷凍庫で凍らす。

中心温度の経時変化を図-1 に示す。平均水温は約 10 であった。1 枚を温めた煎餅は形状を保持し難く、小さな流れが生じると沈むため、流れ場計測に適さない。図-1 より、水を充分含ませ冷やした煎餅が、形状もほとんど変化せず、平均水温に至るまでに最も長い時間（約 11 分）を要することがわかった。この程度の時間に亘って流れの中に存在していれば、広い領域

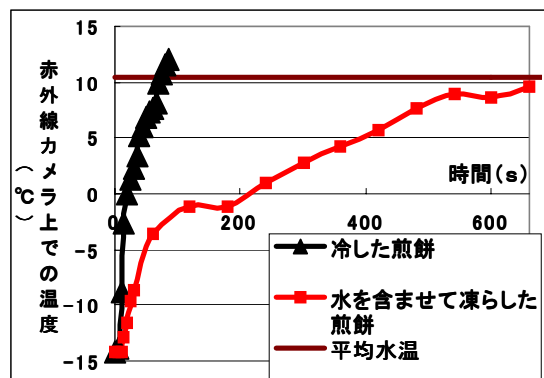


図-1 煎餅の中心温度変

キーワード：PTV、実河川、煎餅

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

の流れ場計測に適用できる．例えば平均流速 3m/s としたとき，11 分で約 2km 流下する．

4. 実河川での PTV 解析の適用例

夜間実河川において，赤外線カメラでトレーサーが撮影可能かどうか，また赤外線画像が PTV 解析に適用可能かどうかを検討する．

実験内容

撮影は 2001 年 9 月 12 日 19 時 45 分（日没後），奈良県生駒市の竜田川で実施した．撮影時の気温は 26°C ，水温は 25.1°C であった．当日の撮影範囲（川幅約 10m ）および赤外線カメラの解像度を検討した結果，トレーサーとして直径が約 2cm の氷が最も適当であると判断された．

撮影範囲より上流から氷を 1,000 個投下し，赤外線カメラにビデオカメラレコーダー（GV-D800，SONY（株））を接続して， $1/30$ 秒間隔で撮影した．当日使用した赤外線カメラの機種は TVS600（日本アビオニクス（株）製）であり，有効画素数 $254(\text{H}) \times 238(\text{V})$ ，測定視野角は $25.8^\circ(\text{H}) \times 19.5^\circ(\text{V})$ であった．PTV 解析に適用するため，画像は温度の低いものは白く，高いものは黒く写るように設定された．得られた画像を用いて PTV 解析を行った．

結果および考察

赤外線画像の 1 枚を図-2 に，300 枚の PTV 解析より得られた流跡線と赤外線画像を重ねあわした結果を図-3 に，300 枚の PTV 解析の平均流速ベクトルと赤外線画像を重ねあわした結果を図-4 にそれぞれ示す．

図-2 の結果より，夜間実河川において，赤外線カメラでトレーサーが撮影可能であることが示された．さらに，河川の速い流れや複雑な流れの様子が PTV 解析結果の図-3 および図-4 で得られた．

氷が浮き沈みすることによって，トレーサーが赤外線画像から消えることもある．しかし，図-3 では再び現れて，全体として連続な流跡線が得られた．

課題としては以下のようなものがある．

- （1）図-3 で静止した多数の白点はノイズであると考えられ，PTV 解析がノイズを抽出しない方法を検討する．
- （2）死水域を含め氷が撮影領域全体に一樣に流れるようにする．

5. まとめ

実河川における流れ場画像計測に赤外線カメラを適用すること，および PTV 手法を適用する事の有効性が示された．赤外線カメラを用いた画像計測に氷や凍らした煎餅をトレーサーとして用いれば，自然に負荷を与えることなくいつでも手軽に流れ場の計測が可能になると考えられる．さらに，工夫を重ねることにより，夜間における洪水時の流れ場の詳細な計測が可能になると考えられる．

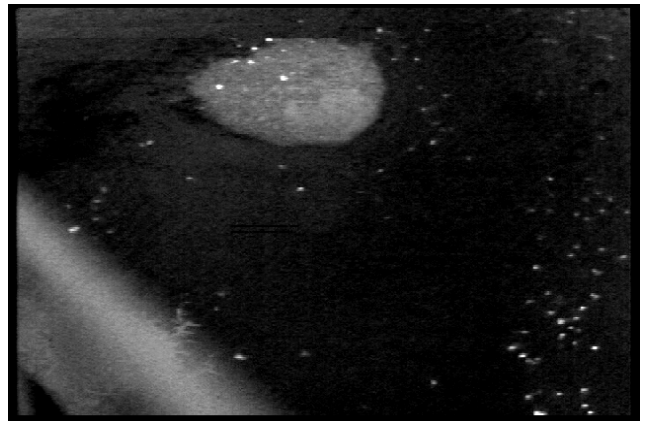


図-2 赤外線カメラで撮影した竜田川
白点の粒子が氷

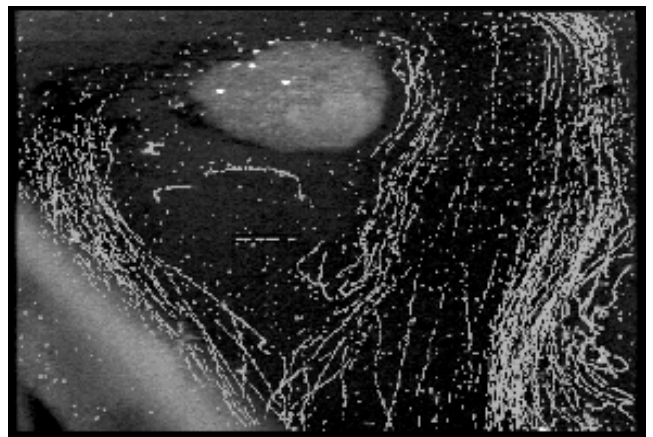


図-3 300 枚の PTV 解析から得られた流跡線

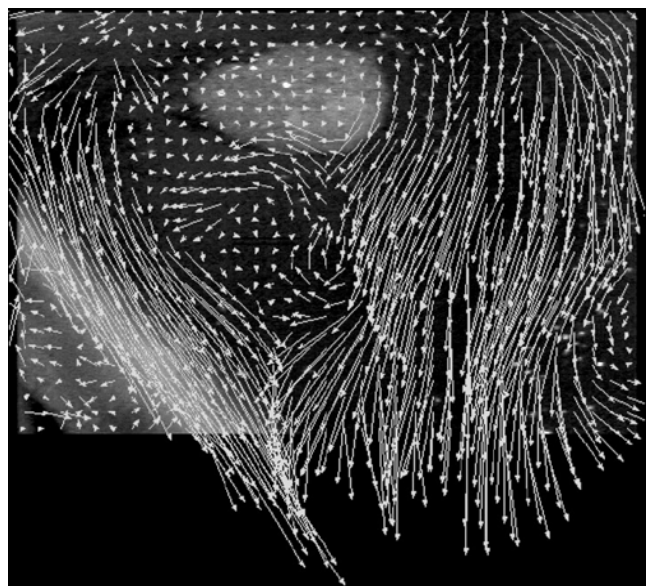


図-4 PTV 解析による平均流速ベクトル