

河川における大規模渦運動の実態解明に向けたADCP計測について

岐阜大学	フェロー会員	○ 藤田裕一郎	長野県	守矢	清一
		岐阜大学	正会員	水上	精榮
		大日コンサルタント(株)	正会員	原田	守啓

1. はじめに

河川の流れには様々な原因による流速変動があって、それらは特有の時間的、空間的スケールを有した渦運動として捉えられており、洪水流の抵抗特性や河川における物質の拡散・混合特性などを支配している。また、長良川のように、昔から遊びの場として利用する人の多い河川では利用者の水難事故が年々後を絶たないが、これには、水難箇所における河道及び流れの特性についての水理学的な調査や測定が行われておらず、複雑な河床形状や流速変動などの実態解明が十分にされていないことも大きな要因となっている。

実際、こうした渦の形成には、河道の幅、水深の規模といった縦断的变化、湾曲等の平面的变化、岩や巨石による局所的变化が関わっていると考えられているが、その詳細は明確にはなっていない。そこで、水難事故の発生箇所の水理特性に関するこれまでの研究¹⁾によって河道・河床形状や流れ場の概要を把握している一級河川長良川において、ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler: Teledyne RD Instruments 社製音響ドップラー流向流速分布計) による移動計測、定点計測に水表面の映像記録も含めたより詳細な現地調査を行い、渦の渦形成状況や周期的変化の実態把握を試みているが、ここではその結果の一部を報告する。

2. 観測方法

図-1に模式的に示したように、大規模な渦運動が観察されている岐阜市内の一級河川長良川千鳥橋上流部（河口から57.7km 付近）において、以下の3つの方法によって観測を行い、それらの結果から、渦の空間的広がりとその消長過程状況について考察を加え、大規模渦の実態解明に有用な情報を得る。

① 移動観測：渦発生箇所や逆流箇所といった、複雑な流れが発生している場所とその周辺でADCPを用いた移動計測を行い、いくつかの流量段階につ

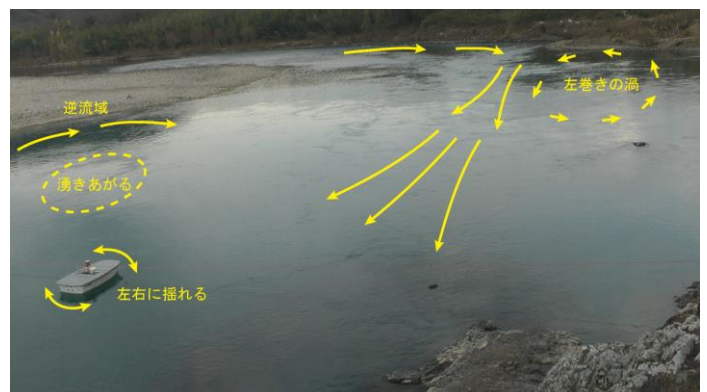


図-1 長良川千鳥橋上流部の状況(2011.1.29)

いて、全体的な流れ場を詳細に測定する。② ビデオ撮影：陸上の固定点に設置したフル配備ションビデオカメラ (Panasonic 社製 HDC-TM750) によって、河川の水表面状態の撮影と同時に移動観測・定点観測の様子も記録し、撮影映像を60倍速で再生して表面流れの規則性や周期性について検討していく。③ 定点観測：移動観測では、流れ場の全体的な特徴を知ることができるが、それは瞬間的な値であり、渦の形成過程やその消長状況を知るためには、定点における時間変動を把握する必要がある。そのため、流れが複雑な地点にADCPを搭載した観測ボートを固定し、流速及び流向の時間変動を計測する。また、ADCPデータの信頼性評価のための Correlation 値に着目して、より空間分解能の高い流速の乱れ特性の検討を試みる。

3. 観測結果とその検討

図-1は1月29日14時55分頃に撮影した映像より、河川表面状態についてまとめたものであって、左上で河道が急激に右に曲がった後、左岸からの小支川の流入でワンド状になっているため、「左巻きの渦」が発生しており、また右岸側では、水中から湧き上がるような流れが存在しており、そこで発生した流れが川を遡り、横な渦を巻いた流れの状況が明確に捉えられており、別途発表²⁾の複雑な河床形状とよく対応している。また、

キーワード 流れ観測, ADCP計測, 渦運動, 乱れ特性, 湾曲部

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1番1 岐阜大学流域圏科学研究センター TEL058-293-2449

図-1には左下に定点観測中のボートが映っている。観測ボートはロープによって固定されていて、できるだけ移動しないようにしてはいるが、両岸から離れているため、強い流れによって前後に移動し回転することがある。この状況を撮影映像から把握すると、およそ一定の間隔で揺れていることが判った。そこで、同時刻にADCPが記録した観測ボート船体の方向角の変動について、1s 間隔の4096個の Ensemble 計測値を用いて角度の変動について Fourier 解析を行った結果を図-3に示す。図-3におけるパワースペクトルのピークは $f=0.0425\text{Hz}$ 付近に見られ、約23.5s 周期でボートが最も揺動していることが判ったが、これは映像記録の60倍速再生で把握された周期とほぼ一致する。つぎに、流速変動の周期性を見るため、全流速に対して Fourier 解析を行った一例が図-4であって、パワースペクトルは $f=0.00589\text{Hz}$ において最大値を示し、ここから、全流速ではおよそ170s 周期で最も大きく変動していることが判明したが、これはボートの揺動周期よりも8倍近く長く、ロープ固定によって長周期の揺動が制約されていることを示唆している。

一方、12月29日に行った定点観測では、水深5.7 m付近においてデータの欠落が認められ、この場所でADCPの4ビーム間で値が大きく異なっていることが想定された。そこで、各ビームにおける Correlation 値の変動を比べると、図-4のように、Beam 4 の値の平均89.3count と他のビームよりも極度に低く、さらに、水深に沿った変化をみると5.8 mで急に Beam 4 のみ低下しており、この水深近傍で流れが大きく揺らいでいることが推察される。

4. おわりに

複雑な河床形状場においてADCPの諸機能をそのまま使うことは難しく、ここで試みたようにビーム毎のデータを直接扱うことが必要であることを明らかにした。また、ビデオ撮影では高精度撮影映像の倍速再生で流れの周期性を見出すことを示した。今後は、さらに定量的な検討を進めたい。

参考文献

- 1) 藤田裕一郎：平成13～15年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書，平成16年3月
- 2) 澤田謙二・阿藤博基・藤田裕一郎・原田守啓：土木学会第66回年次学術講演会講演概要集（投稿中）

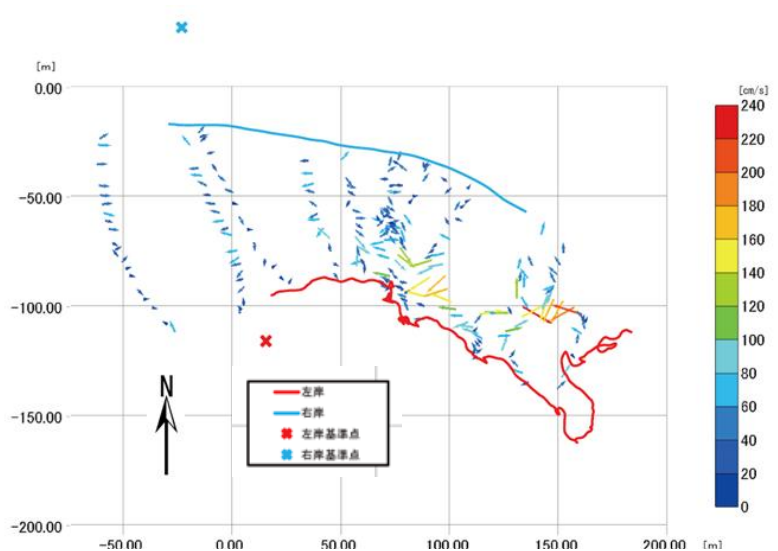


図-2 水深1.3m付近の全流速ベクトル図(2011.1.29)

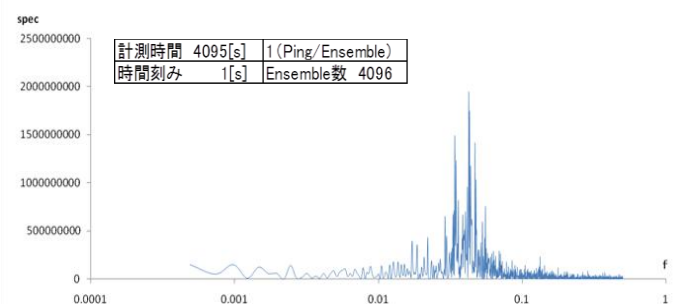


図-3 定点観測ボートの方向角のパワースペクトル

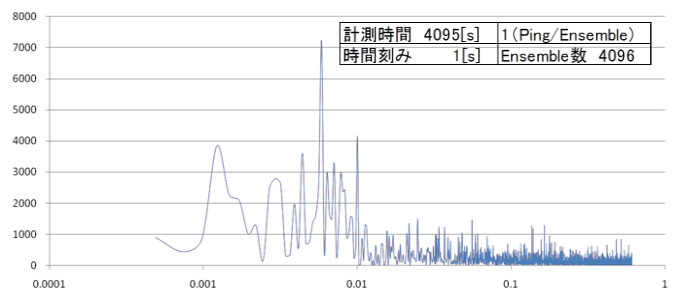


図-4 全流速のパワースペクトル 水深1.80m

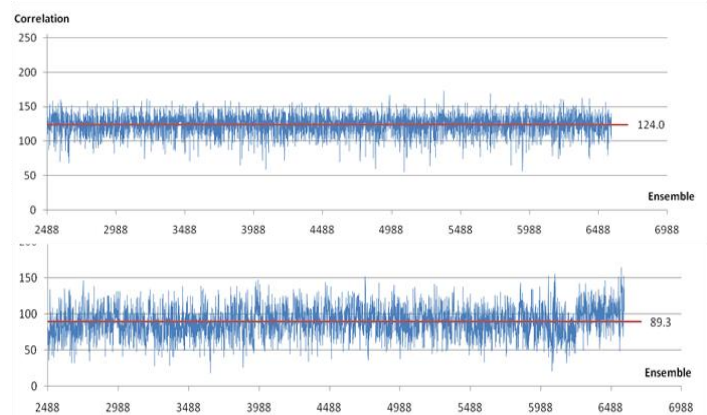


図-5 Beam 1 (上)と4 (下)における Correlation 値の