

揖斐川および長良川における ADCP 観測と河口密度流の混合過程

(独) 国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 専攻科 学生会員 ○安藤 雅大 田上 寛之

(独) 国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 正会員 和田 清

1. はじめに

河川の感潮域は、複雑な流れや物質分散を通して独特の生態系が維持されている。1995 年から運用が開始された長良川河口堰の右岸側に位置する「せせらぎ魚道」では、延長 320m、幅 15m の区間に塩水遡上を許容して感潮域の機能を維持している。著者らは、その「せせらぎ魚道」において、甲殻類モクズガニの幼生であるゾエアやメガロパが、塩水遡上を受動的な輸送過程として利用するなどの継続性を確認している¹⁾。一方、揖斐川には河口から 34.4km 地点に潮止め堰(南波)があるだけで長良川よりも感潮域が長く、対照的な河川となっている。

本研究では、長良川におけるモニタリングデータを活用しながら、揖斐川および長良川の河口域を対象にして、塩水遡上時における河口密度流の流速分布および密度分布の時空間的な測定を行い、塩水と淡水による河口密度流の混合過程について考察したものである。

2. 研究方法

(1) 揖斐川における現地調査

感潮域の流況と密度分布を把握するために、TRDI 社製超音波ドップラー多層流向流速計(以下、ADCP)、NXIC 社製水質計(以下、CTD)を用いた。対象地点は、揖斐川河口より 13km 地点の揖斐油島大橋とし、2010 年 10 月 22 日(大潮)および 11 月 3 日(中潮)に干潮から満潮時にかけて連続観測を行った。観測方法は、ADCP は専用ボートを橋梁上部からロープ牽引による移動方式、CTD は流心部定点におけるロープ垂下方式である。ADCP、CTD より取得したデータは Win-River、Prov2.45 を用いて解析を行った。なお、ADCP および CTD の設定条件を表-1 に示す。

(2) 長良川におけるモニタリングデータの解析

河口堰建設に伴って、治水・利水・環境(水質・底質・生物等)のモニタリング(1995～1999 年度)、フォローアップ(2000～2004)データが蓄積されている。今回は、河川流量、河口堰下流部(揖斐長良大橋および城南)の塩分濃度(表層・低層・底層)と潮位変動に着目して時系列解析を行った。なお、せせらぎ魚道における潮位と塩水遡上の実態については、2003 年 12 月～翌年 2 月に実施された著者らの定点観測データを参考にした¹⁾。

3. 結果および考察

(1) ADCP 観測による流速ベクトルの時間変動

図-1 は、10 月 22 日(大潮)13:19～16:30 において ADCP により得られた鉛直平均流速ベクトルを示したものである。赤線は ADCP の軌道、青線は平均流速ベクトルを示し、青線の長さは流速の大きさに比例している。なお、ADCP の軌跡は毎回ほぼ同一測線上を移動するが同図では便宜上ずらして表示している。測線上はボトムトラッキング機能を有し河床地形の原位置をモニタリングしているので、測線ごとの ADCP の軌跡はほぼ実績通りである。同図から、干潮直前から時間とともに流速が減衰し、13:19 頃から塩水遡上に伴う流れの向きの反転が生じ、流速が徐々に加速されていく様子がわかる。また、兩岸の浅瀬では流速減衰が生じているもの流心部ではほぼ様な流速分布となり、上げ潮時最大流速は 60cm/s 程度を示している。

(2) CTD 調査による塩分の鉛直分布

11 月 3 日(中潮)において CTD によって得られた塩分濃度の鉛直分布の経時変化を示したものが図-2 である。同図から、干潮前の 9:30 から満潮時に至るまでほぼ様な鉛直分布を示していることがわかり、水塊の均一化が行われている。詳細に見ると、13:30 の塩分濃度は鉛直方向に様ではなく、30 分後の 14:00 と比較して高い塩分濃度を示している。当日は 13:30 から 14:00 にかけて 10m/s を超える強風(最大 13m/s)が継続的に観測されている。この要因としては、北西方向の卓越風が継続したことによって吹送流が生成され、その補償流として高塩分の水塊が一時的に遡上したことなどが考えられる。

(3) タイダルプリズムによる河口密度流の流動形態の分類

表-1 ADCP および CTD の設定条件

機器	項目	10月22日	11月3日	
		常時	下げ潮時	上げ潮時
ADCP	mode	ノーマル	ハイレゾリューション	ノーマル
	water pings	2	10	20
	bottom pings	2	10	20
	cell size	5cm	10cm	20cm
CTD	周波数	1Hz	5Hz	5Hz
	測定間隔	20分間隔	5分間隔	5分間隔

表-2 タイダルプリズムによる混合形態の分類

項目	10月22日(大潮)	11月3日(中潮)
海水量 $P_t(m^3)$	1.36×10^7	1.21×10^7
総河川水量 $Q_{ft}(m^3)$	1.01×10^6	2.41×10^6
Q_{ft}/P_t	0.075	0.198
混合形態	強混合型	緩～強混合型

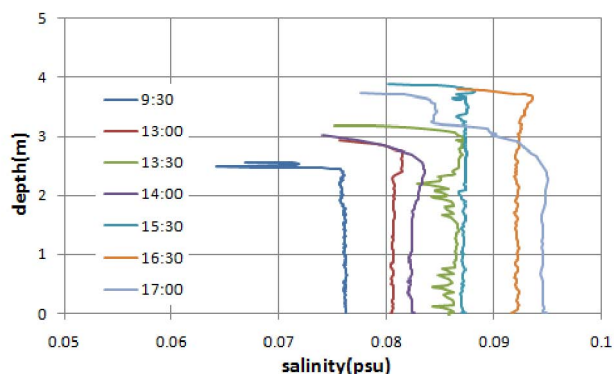


図-2 塩分の鉛直分布の時系列 (揖斐川: 11/3)

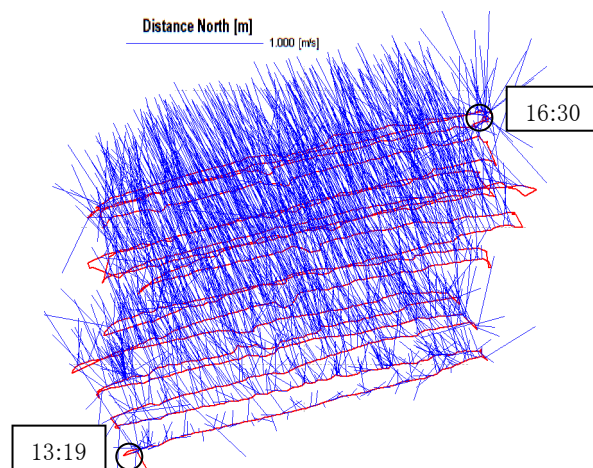


図-1 鉛直平均流速ベクトル (10/22)

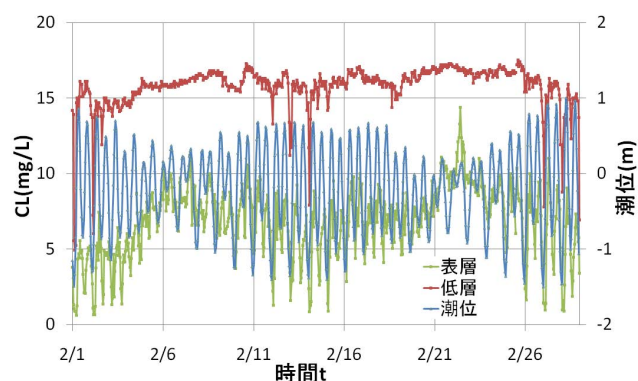


図-3 塩分濃度と潮位 (長良川河口堰直下, 2002)

一潮汐周期 T の間に河口に流入する総河川水量 Q_{ft} と上げ潮時に河口に流入する総海水量 P_t の比を使用して河口密度流の流動形態を算定した。なお、揖斐川における流量観測データ(万石地点)は2008年以降公開されていないので、過去の水位と流量の関係から近似式を作成し水位から流量を推定した。表-2 はタイダルプリズムにより分類された混合形態を示したものである。同表より揖斐油島地点における塩水の混合形態は、潮位差が大きい大潮(10月22日)は強混合型、中潮(11月3日)は緩～強混合型であると推定され、潮位差が大きいほど海水と河川水の混合過程は強混合化することが揖斐川河口部でも確認された。

(4) 長良川河口堰モニタリングデータによる河口堰直下の高塩分化

長良川河口堰の下流側は、建設前の淡水と海水が混合する汽水域から、上層と下層の塩分濃度が大きく異なる密度成層化へと建設後に変化し潮汐流が著しく弱化したことが指摘されている。河口堰直下の高塩分化と潮位、河川流量の関係を明らかにするために、揖斐長良大橋における表層(20%水深)・低層(80%水深)の塩分濃度を対象として解析を行った。図-3は、2002年2月の塩分濃度および潮位の時系列を示したものである。同図から、低層の塩分濃度は潮位変動に大きく依存せず高塩分水塊が低層に停滞していることがわかる。さらに、潮位変動の低い小潮時において低層と表層における塩分濃度の差が小さく、大潮時において大きくなる傾向にある。また、大潮の干潮時には低層の塩分濃度が一時的に急落しており、淡水流量の影響が相対的に増加したことが考えられる。

4. おわりに

以上、揖斐川の河口密度流の混合過程を ADCP および CTD による連続観測から、長良川河口堰下流における高塩分水塊の停滞についてモニタリングデータから述べた。揖斐川における混合過程は、ダイタルプリズムから推定した結果とほぼ一致していることが確認された。一方、長良川河口堰直下では、潮汐流が著しく弱化したことにより表層と低層の塩分濃度が大きく異なる密度成層化が形成されている。今後は、その高塩分化が「せせらぎ魚道」の塩水遡上にどのように影響を与えているかについて現地観測を行う予定である。

【参考文献】 1) 和田 清・小出水規行・大堀文彦:長良川河口堰の魚道における塩水遡上の動態と水生生物の生息分布・遡上行動に関する一考察, 土木学会河川技術論文集, 第10巻, pp.423-428, 2004.6.