

筑後川上流の堰湛水域における滞留特性が水環境 に与える影響に関する現地観測

九州大学 学生員 眞田将平 九州大学大学院 学生員 齋藤正徳
九州大学大学院 正会員 矢野真一郎 フェロー 小松利光

1. 目的

九州最大の一級河川である筑後川の上流域にある大分県の日田市内三川分派地点では、固定堰である三隈堰、可動堰である島内堰、ならびに自然石による庄手堰により、3つの堰の直上約1kmに渡り湛水域が形成されている。この湛水域における過去の水質調査の結果では、BODやSS等の水質項目は概ね環境基準A類型を満足しており、深刻な水質汚濁は見られていない。

しかし、現地では河床材料や繁茂した水草への浮泥の堆積、ゴミや泡の浮遊などに起因して、河川の透明感の欠如、悪臭といった問題が発生している。日田地区は観光地であるため、地元住民に加えて観光産業関係者などからも水圏環境の改善が求められており、景観の改善ならびに鵜飼いの場としてのアユの生息環境保全が求められている。

それを受けて現地調査が行われた結果、2004年の観測により島内堰直上で浮遊性藻類が活性化する現象をとらえ、その原因は特に島内堰直上で滞留傾向が強いことによるものであることが分かった¹⁾。島内堰の直上域の滞留特性を把握するために、2003年における流動構造の現地観測結果をもとに平均滞留時間が算出された。しかし、平面2次元河川流シミュレーションの計算結果をもとに算出した値と比較して2倍程度異なっていた²⁾。その原因として2次元と3次元の違い、流速の測定精度や測線間隔の粗さなどが考えられる。

そこで、本研究では同水域において測線を密にした流動観測を行い、滞留時間を再評価した。また同湛水域内では浮泥の堆積傾向があることや、流量が長期間にわたって減少すると浮遊性藻類が活性化しやすい状況になる現象が起きることが示唆されているので、河川水が流下するに伴い水質がどのように変化していくかを把握するために水質調査もあわせて行った。

2. 現地観測

(1) 現地観測の対象領域

対象領域は三川分岐後の堰（三隈堰・島内堰・庄手堰）直上から上流に向かって約1kmの区間である（図-1参照）。本川、隈川、ならびに庄手川への流量の分派比は7:1:2、湛水域の水表面積は0.18km²、容積は43万m³、平均水深は2.4mである。

(2) 現地観測の概要

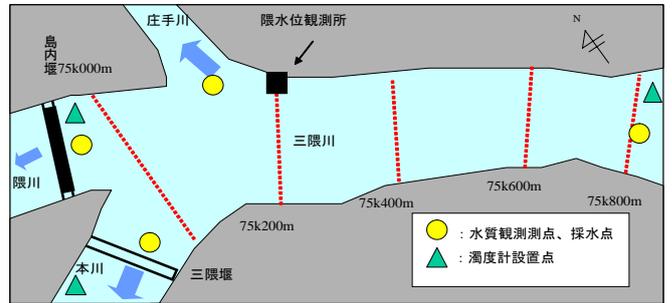


図-1 観測領域と水質観測の測点

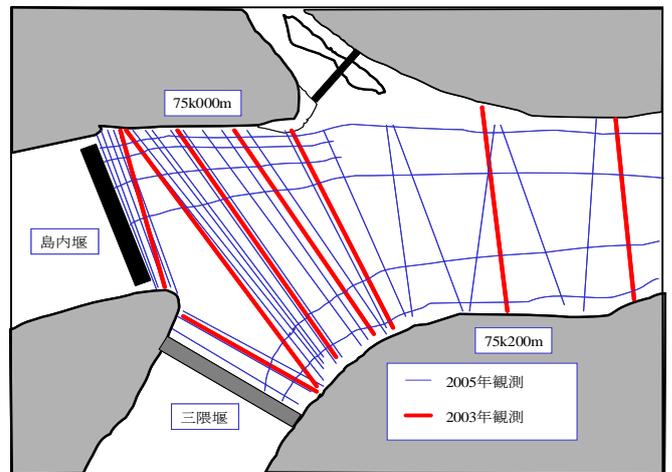


図-2 2003年、2005年のADCP 曳航観測の測線

2005年6月23日に、多項目水質計YSI6600（YSI ナノテック社製）を使用し、図-1に示すように上流端と3つの堰直上の計4測点で鉛直方向に水温、電気伝導度、濁度などの水質観測を行った。また、2005年6月23日～7月5日において、梅雨期出水時の濁度変化を観測する目的で、湛水域の上流端、島内堰直上の右岸側、ならびに三隈堰直下の計3測定（図-1参照）にクロロフィル濁度計（アレック電子社製、COMPACT-CLW）を設置した。

次に2005年8月30日に、超音波ドップラー流速計（以下、ADCP）(Workhorse ADCP 1200kHz、RD-Instruments社製)を使用して曳航観測を実施した。アルミボートの船首にDGPSとADCPを設置し、測定精度の向上をねらって2003年の観測より遅い航行速度で測定を行った。図-2に示すように、2003年に比べて測線間隔を下流域で密に設定し、概ね10m程度とした(2003年の観測では20m～50m)。また縦断方向の測線を6測線(左岸、流心左、流心右、右岸、ならびに島内堰直上右岸側に2本)新たに設けた。各観測日の小淵地点(77km000m)における流量は、6月23日が23.4m³/s、8月30日が23.7m³/sであった。これらは同地点の低水流量に相当している。

(3) 観測結果

2005年6月23日～2005年7月5日に設置した濁度計の測定結果を図-3に示す。上流端と下流の三隈堰下流、もしくは島内堰との濁度差に注目すると、流量が大きくなるほど濁度差が大きくなる傾向にあり、梅雨出水時(100m³/s以上)には濁度差がどちらも概ね20mg/L以上と大きくなるのが分かり、この差は上流端の濁度の50%程度の値を示した。したがって、100m³/s以上程度の小規模出水時には流入した土砂の半分程度が湛水域内に堆積していると予想される。

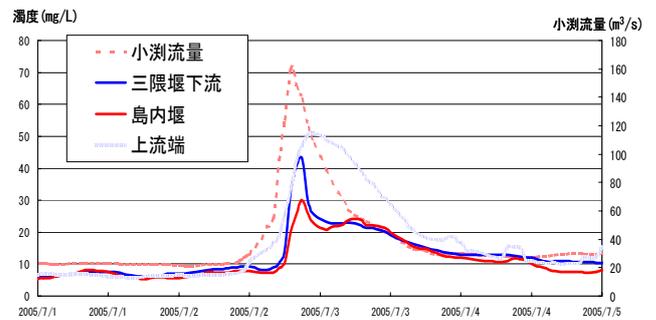


図-3 濁度と流量の関係

3. 島内堰上流域の滞留特性について

(1) 粒子追跡計算の概要

島内堰上流域の滞留特性を把握するために、ADCPによる流動観測データを使用し3次元粒子追跡計算を行った。計算領域は湛水域全域とし、計算に使用する流速データは、以下の手順で作製した。まず、離散的なADCP観測データをIDW(Inverse Distance Weighted)空間補間により、水平方向が10m間隔、鉛直方向が1m間隔のスタッガード格子内に挿入した。次に、それら格子内の流速データをマスコンモデルにより連続条件を満足するように修正した。粒子追跡計算において水平方向の渦動拡散係数にはSGSモデルを採用し、鉛直方向の渦動拡散係数は0.0022m²/sと設定することで乱流拡散の効果も考慮した。

初期時刻に図-4に示している島内堰直上域に約8,200個の仮想粒子を空間的に均等に配置し、投入粒子の計算対象領域内における残留率の時系列曲線を時間積分することにより平均滞留時間を算出した。

(2) 計算結果

2005年の観測データを基に算出された平均滞留時間は244分となった。なお、水平方向の格子間隔を変化させた計算を行ってみたが、大きな差は見られなかった。次に、2003年のデータから得られている計算結果と合わせて、小測流量に対する平均滞留時間の関係を図-5に示す。なお、水平方向の格子間隔は10mで統一している。この結果より、両者にはあまり差がなく、測線間隔の設定条件は平均滞留時間の計算結果への影響が小さく、2003年の設定でも十分であることが確認された。

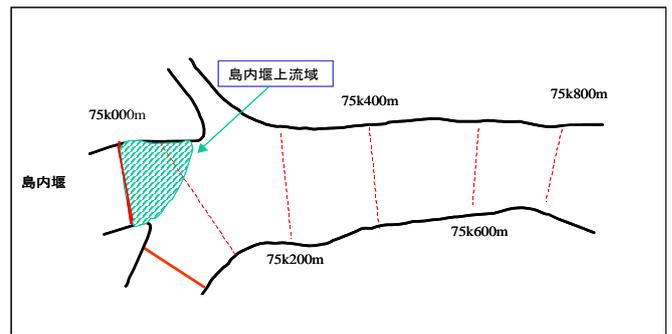


図-4 仮想粒子追跡計算の初期投入範囲(分)

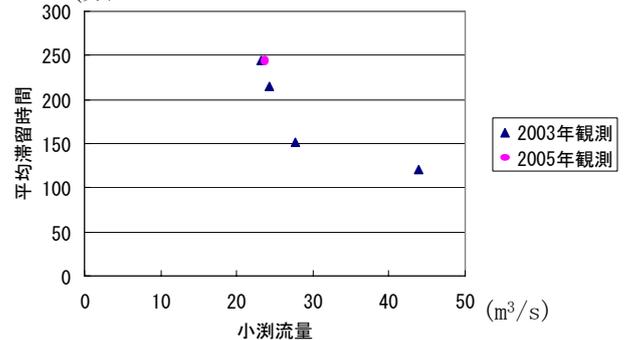


図-5 流量と平均滞留時間の関係

4. 結論

筑後川上流域の日田市内の湛水域において、2005年の水質観測結果と流動観測をもとにした平均滞留時間の算出結果から以下の知見が得られた。

- (1) 100m³/s程度の小規模出水時には、上流端での濁度が下流では半分程度に低下し、湛水域内に堆積している。
- (2) ADCP観測データから算出した島内堰直上域の平均滞留時間に与える測線間隔の影響は比較的小さい。

今後は、ADCPの観測データに極力誤差が入らないような観測方法の改良、浮標を使った平均滞留時間の現地実験を行い、3次元河川流シミュレーションもあわせて行う

ことによって物理場の詳細な把握を行っていきたい。また、引き続き水質調査を行うことでデータを蓄積し、より正確な水質変動の特性把握を試みる予定である。最後に観測を行うにあたって、国土交通省筑後川河川事務所に便宜を図っていただいた。また、九州大学大学院の石川泰助氏、田井明氏、九州大学の奥田文氏に協力頂いた。ここに記し謝意を示す。

参考文献

- 1) 矢野真一郎, 齋藤正徳ら: 堰による湛水域の流動構造が滞留特性や水質構造へ与える影響 - 筑後川上流域における現地観測による検討 -, 水工学論文集, 第49巻, pp.1525-1530, 2005.
- 2) 矢野真一郎, 齋藤正徳ら: 堰上流湛水域における滞留特性が浮遊性藻類の増殖に与える影響の評価 - 筑後川上流の湛水域における現地観測による検討 -, 河川技術論文集, 第11巻, pp.547-552, 2005.