

手賀沼流入河川河口部における河川水挙動に関する現地観測

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○大関 雅丈
東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄

1. 序論

富栄養化が著しい湖沼における水環境シミュレーションでは、陸域環境負荷を適切に考慮することが重要なポイントとなるものの、通常では、陸域負荷は単に「境界条件」という形でのみ取り込まれており、河川と湖沼の接続部においてドラスティックに変化する汚濁物質動態が適切に反映されているとは言い難い。一方、著者らは、このような問題点を回避するために、湖沼と河川を一体とした**河川-湖沼結合モデル**を構築し、富栄養化湖沼として名高い千葉県手賀沼における土砂輸送計算に適用している¹⁾。この河川-湖沼結合モデルを発展させる上では、モデリングの基礎となるモニタリングデータの蓄積は不可欠であり、特に不明な点が多い、1) 河川内における底質巻上げ過程を含む汚濁物質動態、2) 湖沼における流入河川河口部での河川水挙動、という2点に関する検討は重要である。前者に関しては、著者らが行った、手賀沼に流入する主要河川である大堀川を対象にした現地観測結果の一部が既に報告されている²⁾。本研究では、それに引き続いて、手賀沼における大堀川河口部での河川水挙動に着目した現地観測を行うことを試みた。ここでは、河川水挙動を見るために、多数の自記式測器を用いて、濁度や水温に着目した多点同時観測を実施し、得られた観測結果の中から洪水時における河川水挙動の一端を報告する。

2. 現地観測の概要

手賀沼及び大堀川河口域を対象として、多数の自記式測器を用いた連続調査を実施した。観測点としては、**図-1**に示すように、河川内 (Stns.1, 2), 河川と手賀沼の接続点 (Stn.3), 河口部15点 (Stn.4を含む), 沼中央部1点 (Stn.5) とする。観測期間は2004年6月17日～7月16日までの約1ヶ月間とする。観測項目としては、水温 (全19地点)、水位と濁度 (Stns.1～4)、流速鉛直分布 (Stn.4のみ) とする。水温については、鉛直成層状況を把握するために、表層から底層にかけていくつもの高さにおいて測定した。このように、河口部では格子状に水温観測点を配置しているため、水温をトレーサとして河川水挙動を追跡することが可能である。水温計測には小型水温計 (TidbiT, Onset 社製)、濁度測定には自記式濁度計 (Compact-CLW, アレック電子(株)製) を用いる。さらに、流速鉛直分布を計測するために、Stn.4にて高解像度超音波ドップラー流速分布計 (WorkHorse ADCP Sentinel 1200kHz, RDI 製) を下向きに水面下に設置した。ここでは、鉛直分解能2cm、5分間隔で連続計測した。

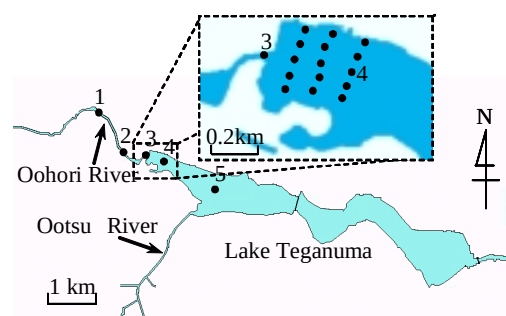


図-1 観測地点図

3. 観測結果と考察

(1) 降雨イベント時における SS 環境の時間変動特性

降雨イベント時における SS 動態を検討するために、2004年6月21日に生じた降雨イベント時における流量 (Stn.1) と SS (Stns.1～4) の時系列変化を**図-2**に示す。なお、SS は濁度計測値から変換されている。これを見ると、まず、河川内における Stns.1と2の SS の増加量は概ね類似しているのに対して、接続部 (Stn.3) での SS の増加量は、河川内 (Stns.1と2) よりも小さい。これは、この降雨イベント時では流量最大値が小さく、河川内では底質巻上げ過程よりも浮遊土砂の沈降過程が顕著であったためであると考えられる²⁾。また、河口域 (Stn.4) における SS は降雨イベント中ほとんど増減していない。これより、手賀沼と大堀川の接続点 (Stn.3) からわずか0.4km 離れた Stn.4 には、河川水が直接到達していないか、もしくは到達してもその間に土砂が沈降しているものと予想され

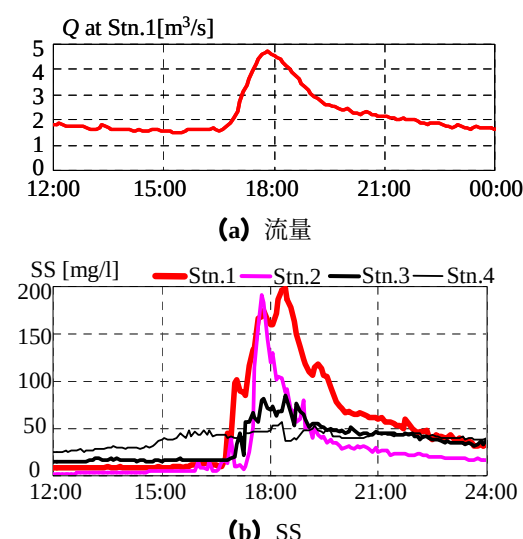


図-2 降雨イベント時における流量と SS の時間変化 (6/21 12:00～24:00)

キーワード：湖沼，河口，土砂輸送，水温，手賀沼

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4069）FAX：04-7123-9766

る。このことを検討するために、次節では、水温をトレーサーとして、河口域における河川水挙動を調べる。

(2) 水温の時空間変動特性

図-3は、図-2と同じ洪水イベント中の水位ピーク付近（6月21日18:00, 18:15, 18:30）における河口域の水温分布を示している。河川水温は夏季洪水時では沼水温よりも低下することに注目して、図中の水温値としては、各地点の水温と沼内の代表地点（Stn.5）の水温との差 ΔT を表示している。なお、この洪水イベント時では、鉛直方向の水温成層は確認されなかったため、ここでの水温は複数の高さで測られた結果の鉛直平均値を使用する。これらを見ると、水温の低下領域は接続点（Stn.3）から扇状に広がっており、河川水の流出形態としては、プルームよりもジェットに近いことが分かる。また、水温低下域は南岸側で見られるため、河川水は南岸に沿う形で移動している。さらに、図-3(c)より、18:30の時点では Stn.4に河川水は到達していると思われるが、図-2では、濁度の増減は見られない。これより、Stn.3から流出した河川水中の浮遊土砂は Stn.4に到達する前に沈降してしまったものと考えられる。

(3) 流動構造

次に、この降雨イベント時において、水温分布より推定された河川水挙動と流動構造を比べるために、ADCPにより得られた南北方向流速（正：北向き流れ）の時系列変化を図-4に示す。ここでは、比較のために、風速ベクトル（千葉県柏市役所）と Stn.4 と Stn.5 の水温差 ΔT の時間変化も示す。なお、高解像度 ADCP のセンサー面は水面下約 30cm に設置され、また、ADCP 自体が抵抗体となり ADCP 近傍のデータは信頼性にかけるため、ここでは水面下 51cm までの結果を除外している。まず、ADCP による観測結果を見ると、大部分では全層的に南向きの流れが卓越しているものの、矢印で示すように間欠的に北向き流れが生じている。全体的に南向き流れが顕著であることと大堀川からの河川水が南岸沿いを移動していることは良好に対応している。また、間欠的な北向き流れと対応して、水温差 ΔT は急激に低下しており、南岸沿いを流れる低温の河川水塊が北側へ移動したものと推察される。なお、このような流動構造と風速には明確な対応関係は見られず、今後、数値計算と合わせて詳細に検討する。

4. 結論

大堀川河口部における河川水挙動を検討するために、多数の自記式測器を用いた連続観測を行った。その結果、洪水時では河口から流出した土砂の大部分は河川と湖沼の接続点近傍に堆積していた。また水温をトレーサーとして得られた河川水挙動は河口部南岸に沿って移動して、その様子は ADCP の計測結果と良好に対応していることが示された。

参考文献

- 1) 山崎, 二瓶, 大関: 水工学論文集, Vol.49, 2005. 2) 山崎, 二瓶, 大関, 今野, 西村: 水工学論文集, Vol.48, 2004.

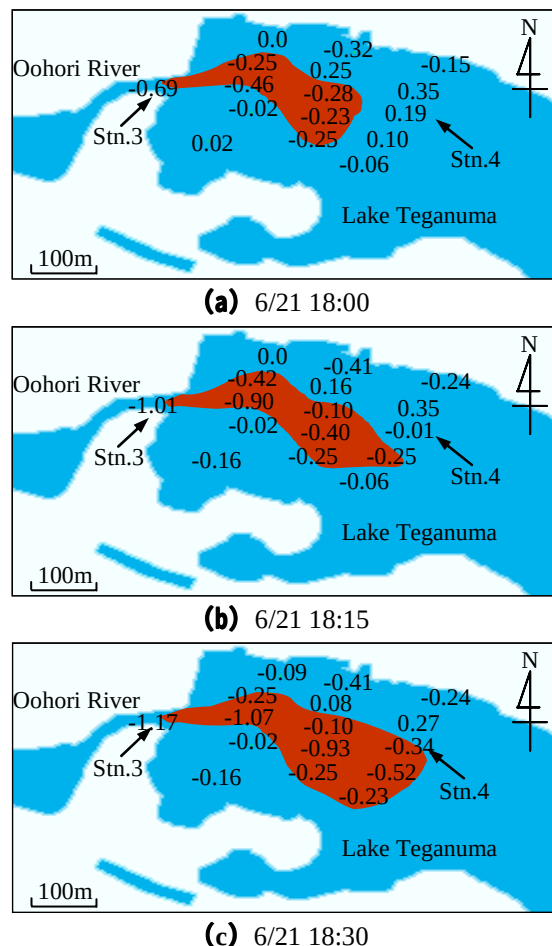


図-3 降雨イベント時における各地点と沼内（Stn.5）の水温差 ΔT （単位： $^{\circ}\text{C}$ ）

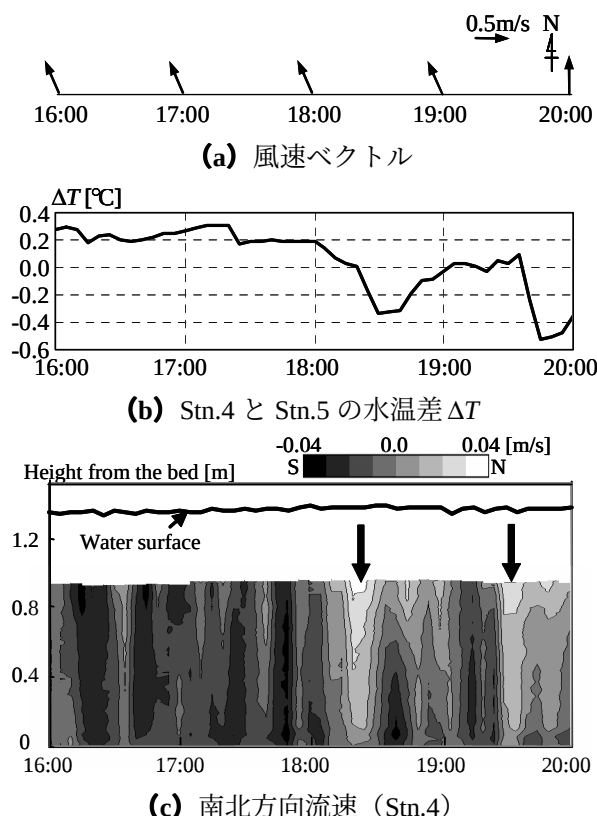


図-4 降雨イベント時における風速・水温・南北方向流速の時間変化（6/21）