扇状地礫床河川の砂州における河川水流入の観測

岐阜大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻　学生会員　○坂口絢香
岐阜大学工学部　正会員　大橋慶介
岐阜大学流域圏科学研究センター　正会員　児島利治
岐阜大学総合情報メディアセンター　正会員　篠田成郎

1. 研究目的

濃尾平野北部に位置する長良川扇状地には，昭和 14 年に締め切られる以前は，**図-1** に示すように古川，古々川の 2 つの派川が存在していた．そのため，現在も地下水が旧派川方向に流動し，本川の河川水が堤内へ流入していると考えられる．そこで，旧派川の分派点付近に位置する砂州内の地下水流動を観測することで，局所的な河川水の流入を捉える．

2. 研究方法

1) 砂州内の地下水流動の観測

調査対象の砂州は交互砂州帯の右岸に位置し，表流水は主流路，及び砂州と堤体間に形成された副流路に存在している．この砂州に観測孔を 19 点設置し，地下水位と調査砂州水際の河川水位の定期観測により地下水位分布及び地下水流向を推測する．また，水質分布を把握するために電気伝導度(EC)，溶存酸素量(DO)及び地下水温の計測も実施する．さらに，4 点の観測孔では地下水位を自動計測する．

2) 河川水の流入量の推定

図-2 に流入量算出の模式図を示す．河川水際に位置する点 P_i を起点とする地下水流向に沿った断面において，地下水面の傾きから，動水勾配 I_i を算出し，Darcy の法則により河川水の流入量を推定する．地下水流幅 L_i (m) を既知である潤辺長の片側とし，動水勾配I_iはこれに対応する水際の値を用いる．ここで，地点 P_iにおける単位流下距離あたりの河川水流入量 q_i (m^2/s)は，透水係数 k_i (m/s)を用いて，

$$q_i = k_i I_i L_i \tag{1}$$

と表される．そして，砂州の水際を通過する全流量 Q (m^3/s) は，q_iを砂州の水際線周りに積算し，

$$Q = \sum q_i = \sum k_i I_i L_i \tag{2}$$

と求まる．ここで，透水係数 k_iは定数として過去の室内試験で得た 0.0018 m/s を用いた．

3. 結果と考察

1) 観測時の流況

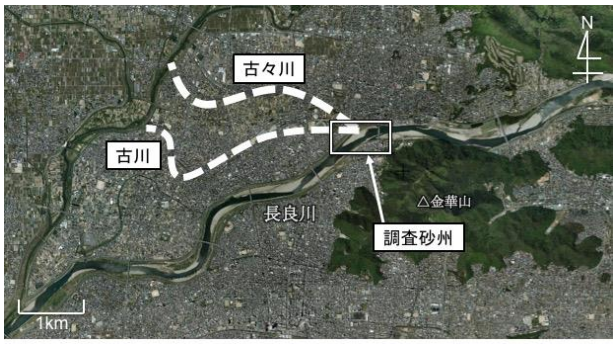

図-1　調査領域周辺の概要（国土地理院地図 [1] を加工）

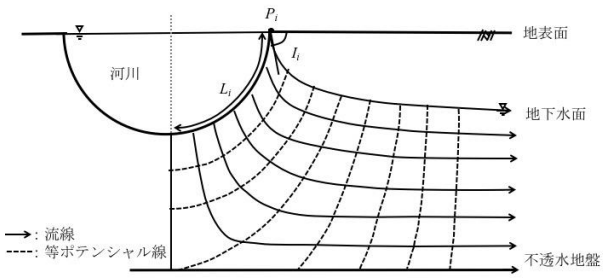

図-2　河川水の流入量推定の模式図

河川流量は 7km 上流に位置する芥見観測所の値を参考とする．しかし，直近の河川流量は公開されていないため，水質水文データベース [2]の過去のデータを用いた．観測は 2016 年の 2 月 23 日，6 月 1 日，7 月 6 日，11 月 18 日の 4 回実施し，これらの観測日の水位変化に対応する河川流量はそれぞれ，123.65 m^3/s (豊水)，45.44 m^3/s (低水)，89.07 m^3/s (豊水)，42.46 m^3/s (低水)であった．

2) 地下水位分布と地下水流向の推定

11 月 18 日の地下水位分布を**図-3** に示す．この結果に基づくと**図-4** のように主に砂州の上流部分で主流路から河川水が流入していると推測でき，その流向は河川流下方向に対し 45 度～90 度偏向している．また，砂州に流入した河川水の一部は，砂州と堤体の間に存在する副流路へ流出していると推測される．この傾向は河川流量の異なる他の 3 回の観測でも同様に確認された．

3) 水質及び地下水温分布

11 月 18 日の EC と DO の分布を**図-5** に，夏季の 6 月 1

日と冬季の 11 月 18 日の水温分布を**図-6** に示す．EC，DO 分布と地下水の流動方向との対応は不明瞭である一方，水温分布は流動方向に向かって一様な変化が見

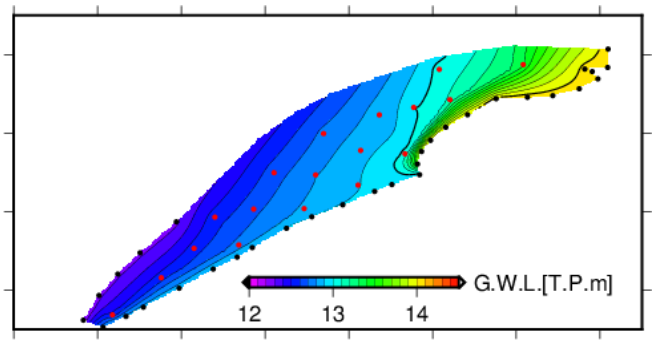

図-3　2016 年 11 月 18 日の観測に基づく地下水位分布

図-4　調査砂州周辺の概要（国土地理院地図 [1] を加工）

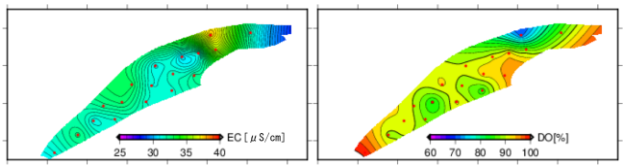

図-5　2016 年 11 月 18 日の観測に基づく EC 分布と DO 分布

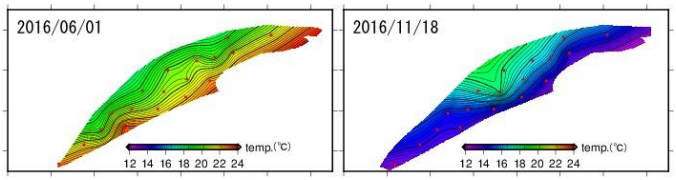

図-6　地下水温分布

表-1　河川水の流入量

観測日	河川流量 (m^3/s)	主流路から砂州への流入 (m^3/s) [河川流量比]	砂州から副流路への流出 (m^3/s) [砂州流入比]	砂州から堤内への推定流出 (m^3/s) [砂州流入比]
2/23	123.65	5.77 [4.7%]	0.06 [1.0%]	5.71 [99.0%]
6/1	45.44	5.53 [12.2%]	0.04 [0.7%]	5.49 [99.3%]
7/6	89.07	4.42 [5.0%]	0.02 [0.5%]	4.40 [99.5%]
11/18	42.46	4.06 [9.6%]	0.03 [0.7%]	4.03 [99.3%]

られた．観測日の砂州周辺の河川水温はそれぞれ 26.0℃，13.8℃であり，地下水温は河川から離れるほど夏季は低下し，冬季は上昇している．このことから，地表面から数 m の浅層地下水であっても，地下水温分布は熱伝導や放射冷却の影響によって河川水の流入による温度変化を緩和している．

4)　河川水の流入出量の推定

河川水の流入出量の推定結果を**表-1** に示す．砂州水際での水収支の計算から，主流路の水際では全地点で砂州方向に流入，副流路の水際では全地点で河川方向に流出していることがわかった．副流路への流出量は，主流路から砂州への流入量に比べて 1.0 % 以下と微量であり，自動計測水位において流出量に相当する水位上昇が見られないため，砂州に流入した河川水の大部分は堤内地へ流れ込むと推測される．また，河川流量の違いによる河川水の砂州から堤内への流出量に大きな変化は見られず，河川流量に対する堤内への流出量の割合は河川流量が多いほど相対的に小さくなる傾向が見られた．以上のことから，旧派川分派点付近では常に多量の河川水が堤内地に流出しており，地下水流動に影響を与えていると考えられる．

4.　まとめ

砂州上流部で浸透した河川水は河川流下方向に対し 45 度～90 度偏向して流動し，砂州へ流入した河川水のほとんどが堤内地へ流れ込むと推測される．また，先行研究 [3]では河川流量に対し一定割合の減少量が確認されているが，本研究の調査砂州では河川流量に対する河川水の流入量の割合は河川流量が多いほど小さい傾向があり，扇状地全体での河川水流入のメカニズムの解明が課題となる．

謝辞

本研究は，国土交通省平成 27~28 年度河川砂防技術研究開発公募（地域課題分野）「河川水位変動に伴う漏水面の特性変化が地下水涵養量および河川流量へ及ぼす影響の評価」（代表：H27 大橋慶介，H28 児島利治）の助成にて遂行され，同省中部地方整備局木曽川上流河川事務所による研究支援に謝意を表す．

参考文献

1) 国土地理院：地理院地図，電子国土 web，http://maps.gsi.go.jp/.
2) 国土交通省：水質水文データベース，http://www1.river.go.jp/.
3) 大橋慶介，神谷浩二，児島利治：沖積平野における地下水の動態解明と涵養量の推定，河川技術論文集，第 20 巻，pp.461-466，2014.