扇状地における礫床河川砂州内の浸透流動の観測

岐阜大学工学院社旗基盤専攻　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は，以前，**図-1** に示すように河川が複雑に流れており，甚大な洪水被害を受けていた．そのため，昭和 14 年に長良川の派川である古川，古古川が締め切られ現在の地形となった．このような歴史的背景から，旧分派点周辺は河川水と地下水の交換を考える上で特徴的な地域であり，先行研究では，局所的な河川流量の減少が指摘されている[1]. その減少量は河川流量の約 20%に相当するもので，河川整備計画において無視できない量であった．そこで，詳細な浸透の発生位置及び量を明らかにするために，長良川の旧派川の分派点付近の礫床砂州に着目し，この砂州内の浸透流動の観測及び解析により，扇状地礫床河川における浸透現象を観測する．

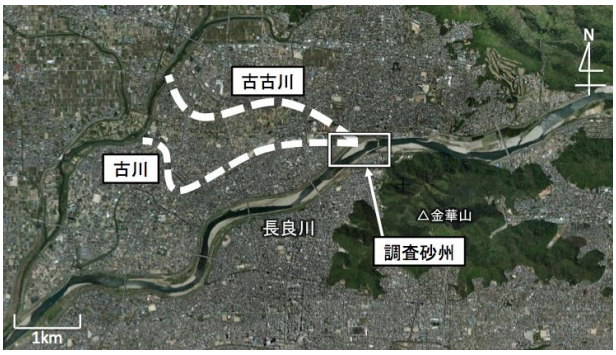

図-1　調査領域周辺の概要（国土地理院地図[2] を加工）

図-2　観測孔位置（国土地理院地図[2] を加工）

2. 研究方法

1）浸透流動の観測

調査砂州内の浸潤面形状と流動方向の推定のため，観測孔を設置した．**図-2** に観測孔の位置を示す．この観測孔での地下水位と調査砂州の水際の河川水位の観測により浸潤面形状を推定し，流動方向を推測する．また，観測孔での電気伝導度(EC)と水温を測定し，流動方向を調査する．

2）浸透流量の推定

ある地点 Pi における流動方向の断面での浸潤面の傾きから，動水勾配 I_i を算出し，Darcy の法則により浸透流量を推定する．**図-3** のように，浸透流幅 L_i (m) を既知である潤辺長の片側とし，動水勾配 I_i にはこれに対応する水際の値を用いる．ここで，ある地点 Pi における単位流下距離あたりの浸透流量 q_i (m²/s)は Darcy の法則より，透水係数 k_i (m/s)を用いて，

$$q_i = k_i I_i L_i \qquad (1)$$

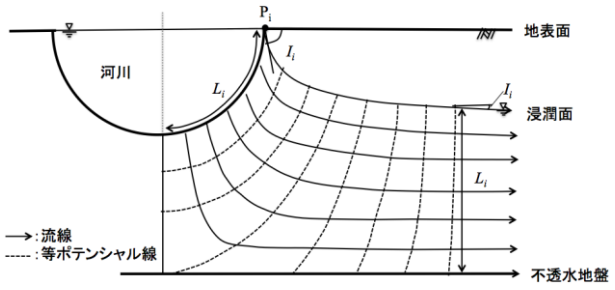

図-3　浸透流量推定の模式図

と表される．砂州全体での浸透流量 Q (m³/s) は，単位流下距離あたりの浸透流量 q_i を砂州の水際線周りに積算し，式(1)より，

$$Q = \sum q_i = \sum k_i I_i L_i \qquad (2)$$

キーワード　扇状地，礫床砂州，浸透流量，ADCP
連絡先　〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1　電話 058(293)9588

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 0.0018m/s を用いた．

3）河川流量観測

調査砂州周辺 1km 区間の複数断面で ADCP による河川流量観測をする．この観測で得られる河川流量の減少量をこの区間での浸透流量として，浸潤面形状から推定した調査砂州内の浸透流量と比較する．

3. 結果と考察

1）観測時の流況

調査砂州に近接する長良観測所では水位観測のみで，河川流量観測は実施されていないため，7km 上流に位置する芥見観測所の河川流量を参考とする．しかし，芥見観測所でも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 [3]の過去のデータを用いる．観測は 2015 年 12 月 16 日に実施し，この観測日に似た水位変化時の河川流量は 123.6m^3/s であった．

2）浸潤面形状の推定と浸透流の流向

浸潤面形状の推定結果を**図-4** に示す．浸透流は調査砂州上流部では，河川の流向に対して約 45 度～90 度偏向して堤内へ流れ込むが，下流部では顕著な流れはなく，浸透した後，流れを緩めて砂州外へ抜けていくと推測される．この流動傾向は**図-5** に示す EC 分布でも確認できた．また，水温分布からは流動方向を推測できなかった．

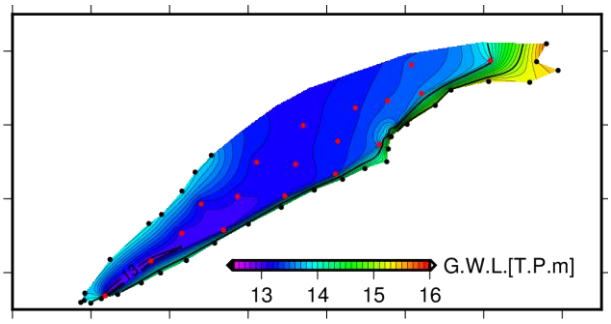

図-4　2015 年 12 月 16 日の観測に基づく浸潤面の形状

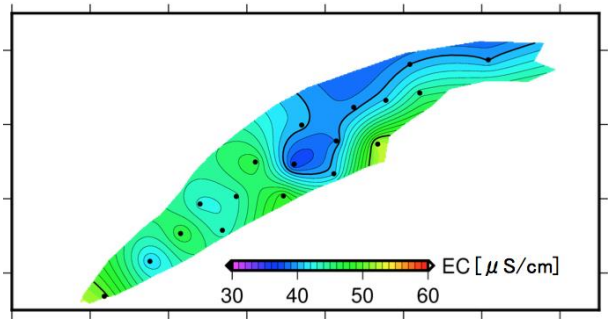

図-5 2015 年 12 月 16 日の観測に基づく EC 分布

3）浸潤面形状による浸透流量推定値の評価

推定した浸潤面形状から水際の動水勾配 I_i を算出し，式(2)から浸透流量を推定すると，Q=19.1m^3/s となった．一方，観測時の河川流量は 123.6m^3/s であるため，河川流量の 15.4%が調査砂州を通過して扇状地地盤内に浸透していることとなる．また，調査砂州を含む約 7km の区間において，河川流量の約 20%が浸透することが明らかになっており [1]，この浸透の約 77%が調査砂州で発生しているといえる．

4）河川流量観測による浸透流量推定値の評価

河川流量観測の結果，砂州の上流の流量が 93.8m^3/s，下流の流量が 75.8m^3/s となった．この減少量より推定される砂州周辺の浸透流量は 17.9m^3/s で，河川流量の 14.4%が浸透していることとなり，浸潤面形状から推定した調査砂州内の浸透流量よりも 1% 少ない結果となった．これは，両者の観測精度による誤差の範囲内であり，両者はほぼ一致する結果であるといえる．つまり，調査砂州付近で発生している浸透の大部分は調査砂州の存在する右岸側で発生しており，長良川旧派川方向へ浸透しているといえる．

4. まとめ

調査砂州内の浸透流は，調査砂州上流部では河川の流向に対して約 45 度～90 度偏向して堤内へ流れ，調査砂州下流部では顕著な流れは確認できなかった．また，河川流量の約 15%が長良川旧派川方向へ浸透している可能性が判明した．しかし，本研究では観測を 1 度しか行っておらず，左岸側の浸透流量も考慮していないため，信頼性は十分ではない．今後は，様々な河川流況での調査と左岸側の調査が課題となる．

謝辞

本研究は，国土交通省 26 年度河川砂防技術研究開発公募（地域課題分野）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を受けた．

参考文献

1) 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.
2) 国土地理院：地理院地図，電子国土 web，http://maps.gsi.go.jp/.
3) 国土交通省：水質水文データベース，http://www1.river.go.jp/.