

## 扇状地河川の礫床砂州における地下水流動の観測

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  
 岐阜大学工学部 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 のように古川、古々川の 2 つの派川が存在していた。そのため、この地点では現在も河川水と地下水の交換が盛んであると予想でき、先行研究では、扇状地通過に伴って河川流量の約 20 % の減少が観測されている<sup>1)</sup>。そこで、この河川流量変化と地下水位を詳細に観測し、堤内地への流出量を定量化するために、旧派川の分派点付近に位置する砂州に着目し、この砂州内の地下水流動を捉える。

### 2. 研究方法

#### 1) 地下水位分布の定期観測

調査対象の砂州は長良川中流域扇状地の交互砂州帯の右岸に位置し、図-2 のように河川水は主流路と副流路に存在している。この砂州内に設置した 19 点の観測孔の地下水位と砂州水際の河川水位の定期観測により地下水位分布を得て、そこから地下水流向を推定する。また、地下水移動指標として、電気伝導度、溶存酸素及び地下水温も計測する。

#### 2) 地下水位の自動観測

調査砂州に近接する国土交通省長良水位観測所での計測河川水位<sup>3)</sup>と調査砂州の 4 点 (#8L, #8R, #9, #10L) の観測孔での自動計測地下水位から、河川水位と地下水位の時間変化を連続的に捉える。さらに、3 点の地下水位で構成される三角形要素  $S_1$  (#10L, #8L, #9),  $S_2$  (#10L, #8L, #8R),  $S_3$  (#8L, #9, #8R) の地下水面形を求め、これらの傾きから地下水流向と動水勾配を推定する。

#### 3) 砂州付近での河川流量変化の観測

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変化量をその区間での河川水と地下水の交換量とし、河川水の堤内地への流出量を推測する。

### 3. 結果と考察

#### 1) 定期観測による地下水流動の推定

2016 年 11 月 18 日の地下水位分布の推定結果を図-3 に示す。砂州上流部と下流部では、水際で動水勾配が大きく、地下水は河川流下方向に対して右岸側に約

90°偏向して流動した後、旧派川方向へ流動すると推測され、特に動水勾配が大きい砂州上流部で河川水が多く流入していると考えられる。一方、砂州中央部では動水勾配が比較的小さく、地下水は旧派川方向に流動すると推測される。これらの傾向は計 6 回の定期観測でも同様であった。しかし、水質分布と地下水流向の対応は不明瞭であった。

#### 2) 地下水位自動計測による地下水流動変化の観測

自動水位計の設置場所の概要と三角形要素  $S_1$ ,  $S_2$ ,



図-1 調査領域周辺の概要 (国土地理院地図<sup>2)</sup>を加工)



図-2 調査砂州の概要

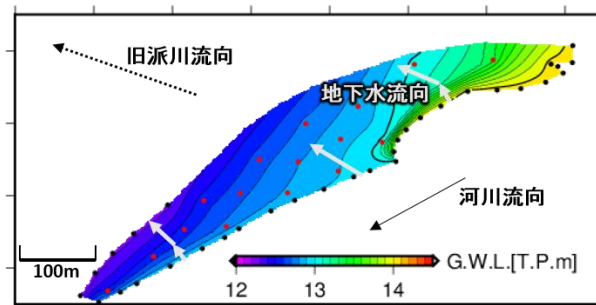


図-3 定期観測に基づく地下水位分布と地下水流向

S<sub>3</sub>を図-4に示す。図-5(上)に示す通り、地下水位は河川水位に追従して変化しており、河川水際に近いほど河川水位変化に似た変化がみられた。さらに、それぞれの観測孔の地下水位変化には時間差が確認されたため、地下水は自由地下水として流動しており、不圧地下水であることが示唆される。

さらに、自動計測した地下水位から推定した地下水流向と動水勾配を図-5(中)(下)に示す。地下水流向は北を0°として時計回りで表す。平常時、地下水は河川流下方向の225°~250°に対して約45°偏向して約270°方向へ流動しているが、増水期にはその流向が堤内地方向に大きく変化することが分かる。そして減水期においては、小規模出水では出水前の流向に戻るが、河川水位上昇が約1.5 m以上の出水の場合は砂州から河川へ流出する約225°方向へ一旦大きく変化し、その後出水前の流向に戻る。一方、動水勾配は平常時に0.002~0.006程度で、増水期に0.018まで増大するが、すぐに出水前の動水勾配に戻っており、増水期に砂州内に河川水が急激に流入していると推測できる。

3) 砂州付近における河川水減少量の推定

2015年~2017年の4回の異なる流況での河川流量観測の結果、砂州下流端での河川流量は砂州上流端での河川流量の90~85%程度であることが判明した。つまり、砂州周辺で河川流量の10~15%が堤内地に流出しているといえる。

4. まとめ

調査砂州内の地下水は主に旧派川方向に流動しており、特に砂州上流部で河川水が流出していると推測できる。そして、地下水位と河川水位は密接に関係しており、出水の増水期に砂州内の動水勾配が増大し、流向が堤内地側に変化することから、堤内地への河川水の流出は出水の増水期の極めて短時間に集中していることが判明した。また、平常時において調査砂州周辺で河川流量の10%~15%が堤内地に流出していることが判明したが、出水時の流出量は不明であるため、今後は砂州周辺の数値計算と併せて、砂州への流出量を定量化することが課題である。

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/>, 2017.9.13. 3) 国土交通省: 水質水文データベース, <http://www1.river.go.jp/>, 2017.9.13.

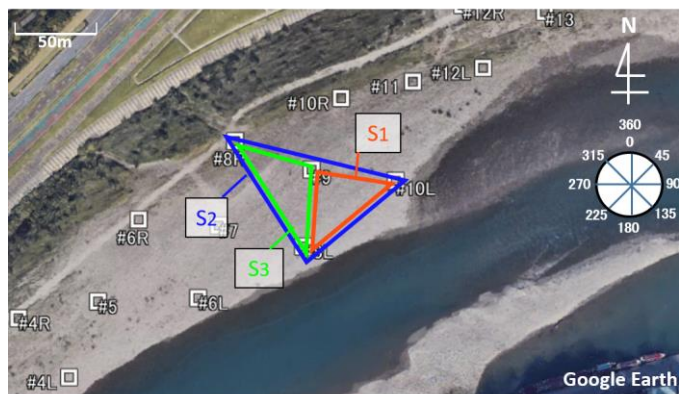


図-4 自動水位計設置場所の概要と三角形要素

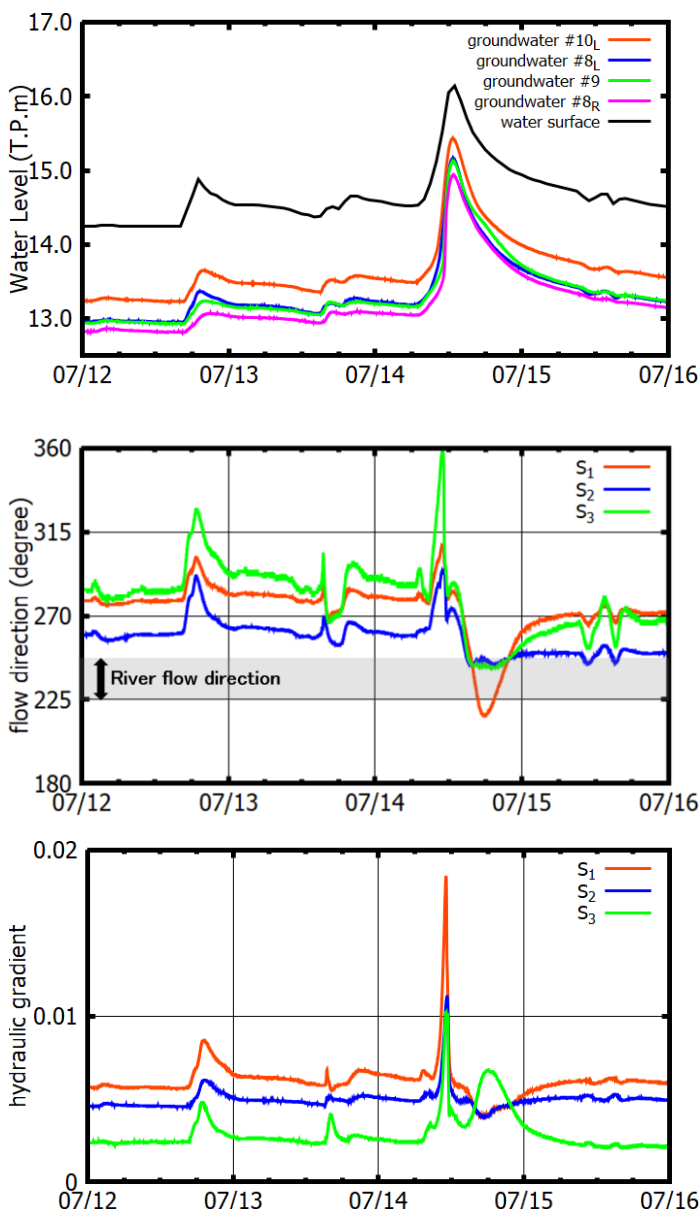


図-5 2017年における河川水位と地下水位(上)と地下水流向(中)および地下水の動水勾配(下)の時間変化