

木津川砂州における堆積構造と伏流水の挙動

名城大学理工学部 正 員 原田 守博
 名城大学大学院 学生員 西村 智樹
 名城大学理工学部 ○ 牧 幸治
 名城大学理工学部 藪谷 彰

1. はじめに

河川中流域に形成される交互砂州は、植生が繁茂して昆虫や鳥類・小動物に豊かな生息環境を提供することが多く、河川の生態系において重要な役割を果たしている。砂州は主に砂礫から構成されるため透水性がきわめて高く、周囲の河川水は砂州内に盛んに浸透し、伏流水として流動する。筆者らは 1998 年より「河川生態学術研究会」の活動の一環として、淀川支流の木津川の砂州に伏流水位の観測孔を多数設置し、伏流水と生態環境の係わりについて検討を開始した。本論では、地層のボーリングコア試料をもとに砂州の堆積構造を明らかにするとともに、伏流水位の測定および数値解析の結果から砂州内の伏流水挙動を考察した。

2. 砂州の微地形と伏流水の観測孔

対象とする砂州は、木津川の山城大橋下流（宇治川合流点から 11～12 km 地点）の左岸に位置し、長さ約 1000m、幅は最大で 400m である（図-1）。砂州の地形は木津川の主流路に近い部分に微高地、高水敷との間に低い平坦地がある。微高地の表層には土壌があり、ヤナギ類やセイタカアワダチソウなど種々の植生が繁茂している。平坦地の表層は砂礫質で、植生はツルヨシなどに限られる。出水時にはこの平坦地に河川水が侵入して副流路が形成され、微高地は流水中に孤立した中州となる。

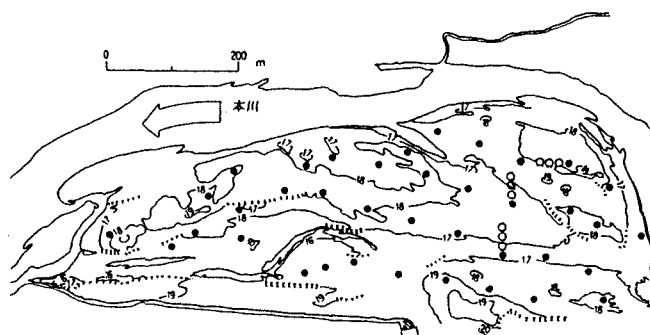


図-1 砂州の微地形と伏流水観測孔（●観測孔）

砂州内には、図-1のように伏流水の観測孔 47 本が設けられた。これら観測孔は、全層にストレーナが設けられた平均水位測定孔（深度 3～5 m）38 本と、先端以外に開口部の無いピエゾ水頭測定孔（深度 3, 6, 9 m）各 3 組から成る。前者のうち 5 箇所には間隙水圧計センサーが挿入され、伏流水位を連続的に記録している。

3. 砂州の堆積構造と透水係数分布

砂州を含む周辺の地質構造を明らかにするために、砂州中央部と両岸の高水敷の 3 箇所において深度 30m の深層ボーリングが行われた。図-2によると、当地域の地下には木津川が長期間に形成した砂礫層が厚く堆積するが、標高 0 m 付近には粘性土層が層厚 2～9m で連続して分布することから、これを浅層の不圧地下水および伏流水の難透水性基盤とみなしてよいと考えられる。

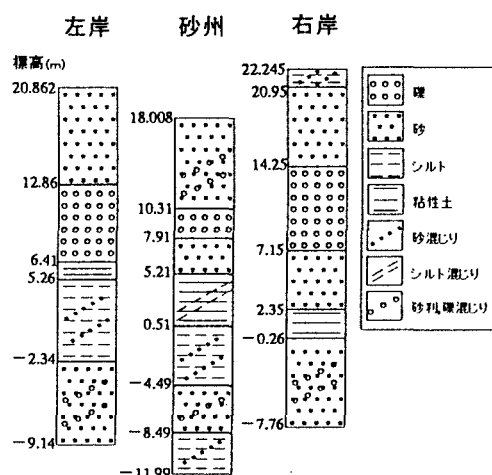


図-2 砂州周辺における深層部の地質状況

観測孔の掘削時のボーリングコア試料を用いて、砂州の堆積構造と透水係数の空間分布を検討した。微高地部分には表層に層厚 1 m 程度の土壌層があるが、その下部には平坦地と同様に砂礫層が厚く堆積している。コア試料の各地層ごとに透水試験を実施し、透水係数 k の鉛直分布を求めた。現在までに得た 28 地点の k 値のうち、標高 16m の水平面における分布を図-3に示す。これによると、 k の値は 0.001～1.0(cm/sec) のオーダーで変化しており、複雑な堆積過程を反映した不均質な分布になっているものと推察される。

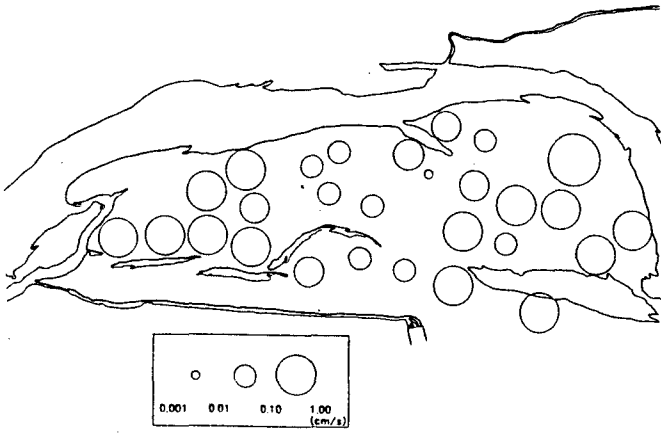


図-3 透水係数の空間分布 (標高 16m面)

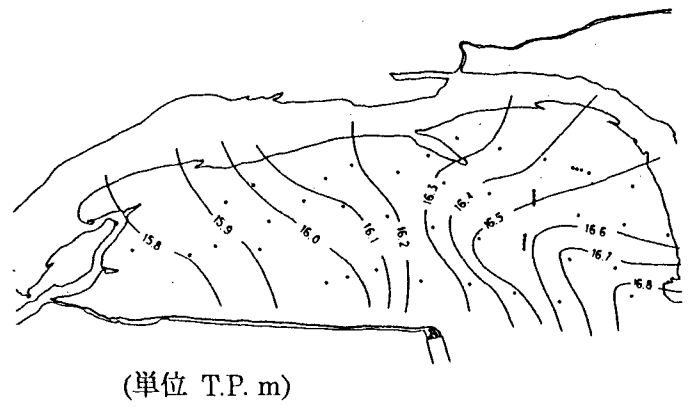


図-4 伏流水位の空間分布 (1999.10.22 測定)

4. 観測された伏流水位分布と数値解析結果の比較

(1) 伏流水位の観測結果：すべての観測孔を用いて行なった伏流水位の観測結果の一例を図-4に示す。図では、砂州の上流域に尾根状の伏流水位分布が見られるが、この分布域は出水時に副流路となる凹地部に対応し、観測時には溜まりが形成されていたことを反映したものである。したがって、砂州内では河道からの流入水と溜まりからの浸透水が下流に向かって放射状に流動していたと推察される。流れの経路を詳細に明らかにするには現状の観測孔の密度では困難であり、伏流水の支配方程式を数値解析する必要がある。

(2) 数値解析手法およびパラメータ：伏流水を平面2次元定常流と仮定し、地下水流の支配方程式を Visual MODFLOW ver. 2.5 によって解析した。解析領域として、砂州を図-5に示す 20m角の差分格子に分割した。境界条件は、河道沿いでは水準測量によって得た河川水位を、高水敷沿いでは境界上の観測孔水位を補間して与えた。水理パラメータについては、今回の解析を予備的検討と位置付け、領域を均質場と仮定したうえで、図-2と図-3を参考に $k=1 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 、比産出率 $n_e=0.2$ 、層厚=15mと設定した。

(3) 解析結果の考察：解析により得られた伏流水位と流向の空間分布を図-6に示す。観測結果(図-4)と同様に、砂州の上流端(右方)から下流(左方)に向かっての流れが認められ、両者はよく対応している。今回の解析は均質場としての近似的なものであるが、現象の大略を表現できているといえる。今後、すべてのコア試料の透水試験を完了することによって透水係数の三次元分布を明らかにするとともに、それらを考慮した不均質な流れ場の解析を進め、伏流水の詳細な流向や河川との流量交換などを検討する予定である。

5. おわりに

流量変動の大きい木津川では、出水のたびに砂州の形態が変貌し、堆積土砂が置換される。それに伴い、植生の繁茂と破壊、溜まりの形成と消滅が繰り返され、河川の生態系も動的に変化している。本研究では、今後、間隙水圧計の記録を活用して、河川水位の変動に伴う伏流水の非定常挙動の検討も進めて行きたい。

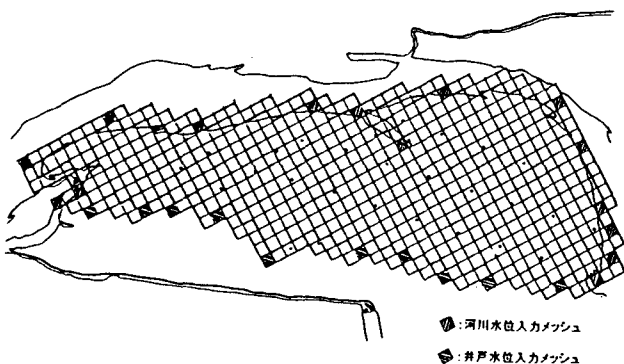


図-5 解析領域と境界条件

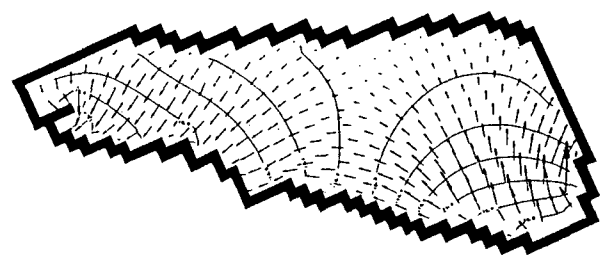


図-6 解析による伏流水位と流向の空間分布