

木津川砂州における伏流水の挙動と植生分布との係わり

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
名城大学大学院 学生員 牧 幸治

1. はじめに

河畔に形成される砂州は、主に砂礫などの土砂から成るため透水性が高く、河川水は砂州内に盛んに浸透し伏流水として流動する。このような砂州は植物に生育場所を提供し、生物に生息空間を与え、河川生態系を構成する重要な要素となっている。とくに植生は砂州内に分布する伏流水面からの水分供給に大きな影響を受けていると考えられる。筆者らは、建設省が進める「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行なっている。本研究では、砂州の堆積構造や伏流水位の調査結果をもとに、砂州内の伏流水の挙動を考察するとともに、植物の生育に果たす伏流水の役割について検討を行なった。

2. 対象砂州の概要と伏流水の観測

対象とする砂州は、京都府を流れる木津川中流域に位置し(宇治川合流点から 11~12km 地点)、長さ約 1km、幅は最大 0.4km である(図 - 1)。砂州のうち河道に近い部分は、土壌が堆積した微高地になっており、種々の植物が繁茂している。砂州中央部には平坦な裸地が広がっており、出水時には河川水が流入し副流路になる。砂州内の伏流水位分布の観測には、砂州に設けた観測孔 47 本が設置されている。これらの観測孔は、全層にストレーナが設けられた平均水位観測孔(深度 3~5m)38 本と、深度の異なるピエゾ水頭測定孔 9 本から成る。観測孔のうち 5 箇所には間隙水圧計センサーが挿入され、伏流水位の観測を連続的に行なっている。

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 30 m の深層ボーリングが行われた。当地域の地下には砂礫層が十数 m にわたって堆積しその下位(標高 0 m 付近)には粘性土層が連続して分布することから、これを難透水性基盤とみなしてよいと考えられる。

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。標高 16m の水平面における透水係数分布を図 - 2 に示す。これによると、透水係数の値は 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。

4. 砂州内の伏流水位分布と流動解析

(1) 伏流水位分布の観測結果

1999 年 12 月 3 日の観測結果を図 - 3 に示す。この図によると、上流域では上流端から流入した伏流水が下流に向かって放射状に流動している様子が見

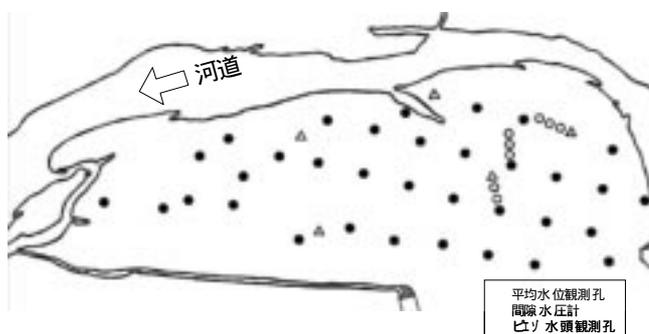


図 - 1 対象砂州と伏流水観測孔の設置場所

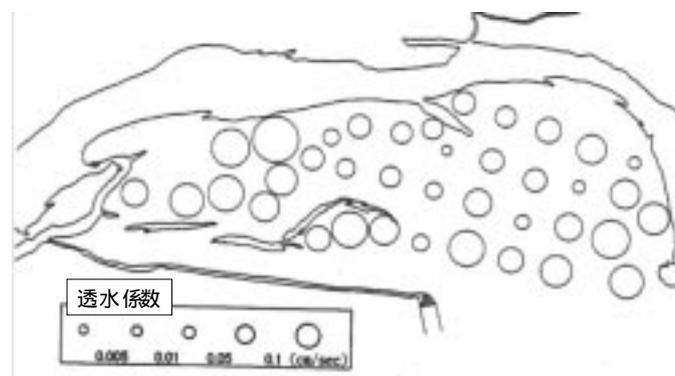


図 - 2 透水係数の平面分布(標高 16m)

キーワード：伏流水，地下水解析，透水係数，植生，比高

連絡先：〒468 - 8502 名古屋市天白区塩釜口 1 丁目 501 番地 Tel 052 - 832 - 1151 Fax 052 - 832 - 1178

てとれる．また砂州内の中～下流域には谷状の分布が見られるが，これは凹地に伏流水が湧出していることを示している．砂州内における伏流水の流れの経路を詳細に明らかにするには観測孔での観測値をもとに，伏流水の支配方程式を数値解析する必要がある．

(2) 伏流水の流動解析

砂州内の伏流水を平面二次元流れと仮定し，支配方程式(1)を数値解析した．

$$n_e \frac{\partial h}{\partial t} = kh_o \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \right) + kh_o \left(\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} \right) + r \quad (1)$$

ここに， h ：伏流水位， h_o ：透水層の厚さ， k ：透水係数， n_e ：有効間隙率， r ：鉛直涵養強度である．ここではまず，無降雨時($r=0$)での定常状態を求めた．伏流水の境界条件は本川側については河川水位を，高水敷側については境界上の観測孔水位を補間して与えた．また砂州は均質場として取り扱い，水理パラメータは透水試験，ボーリング試料より透水係数 $k=1 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ ，比産出率 $n_e=0.2$ ，層厚 = 15m と設定した．数値計算は広域地下水の差分解析パッケージ MODFLOW¹⁾ を使用した．解析から得られた伏流水位と流向の空間分布を図 - 4 に示す．観測結果(図 - 3)と比較すると，両者の水位分布はよく対応しており，均質場としての近似解ではあるが現象の大略を表現できている．今後は透水係数の三次元分布を明らかにし，それらを考慮した不均質場の解析を進めるとともに，河川の水位変動に伴う伏流水の非定常挙動について検討する予定である．

5．植生分布と伏流水との係わり

伏流水から植物への水分供給の実態を考察するために，伏流水位から地表までの比高分布を地盤高と伏流水位(図 - 4)から求めた．本論ではイネ科植物について検討を行なった．図 - 5 イネ科植物のツルヨシ，セイタカヨシ，オギについて，比高ごとに占有面積率を示したものである．これによると，ツルヨシは比高 2m 未満の地域に，セイタカヨシ，オギは比高 2m 以上の地域に分布の中心があり，砂州上の植生の生育環境には伏流水面の位置が大きな影響を与えていることが明らかになった．

6．おわりに

本研究では，砂州生態系を形成するための重要な要素となる伏流水について着目し考察を行なった．今後は伏流水の詳細な調査をもとに，不均質場での伏流水の非定常解析を行なう予定である．

【参考文献】

1) 藤縄克之監訳：「地下水モデル 実践的シミュレーションの基礎」，共立出版，246p，1994.

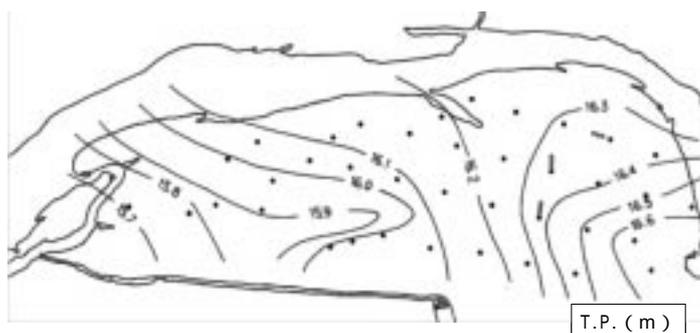


図 - 3 伏流水位の空間分布(1999.12.3 測定)

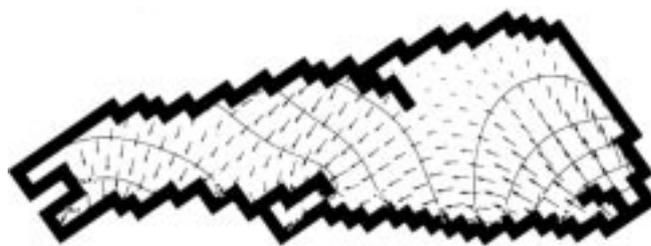


図 - 4 解析による伏流水位と流向の空間分布

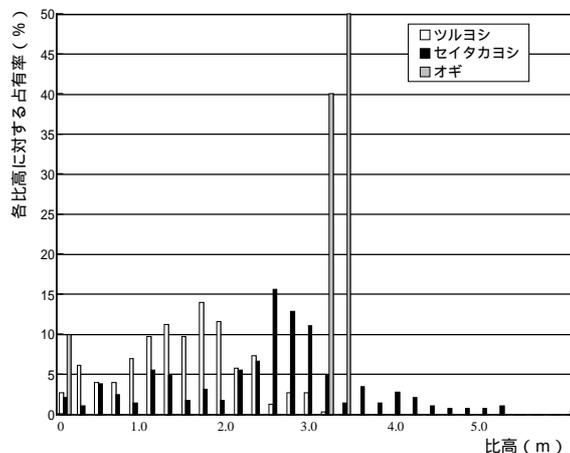


図 - 5 イネ科植物の比高分布