

木津川砂州における地形変化と伏流水の流動

名城大学 理工学部 正 員 原田 守博
 名城大学 大学院 学生員 ○ 牧 幸治

1. はじめに

河川中流域に点在する砂州は、河川の景観や生態系を構成する重要な要素となっている。とくに砂州上に生育する植物は、昆虫や鳥類・小動物に生息環境を提供し、生態系の基礎を形成している。砂州上の植物の生育は雨水によって支えられるだけでなく、河川から砂州へ浸透した伏流水も大きく関わっていると考えられる。しかしながら、砂州内の伏流水について調査された例はなく、伏流水がどのような流動状況にあるかは知られていない。本研究は木津川の砂州を対象に、多数設置された伏流水位の観測孔を用いた計測と数値解析の結果から砂州内の伏流水の流動について考察する。

2. 木津川砂州の概要

対象とする砂州は、木津川中流域に位置し、長さ約 1km、幅は 0.4km、地表勾配約 1/1000 である(図-1)。砂州の地形は、本川側に微高地、高水敷との間に平坦地がある。微高地の表層には土壌があり、ヤナギ類やカナムグラ等、多様な植物が混生している。平坦地は砂礫質で多くは裸地になっている。近年、平坦地に河川水が侵入して二次流路を形成したため、砂州は「寄州」から本川と二次流路に挟まれた「中州」へと地形が変化した。

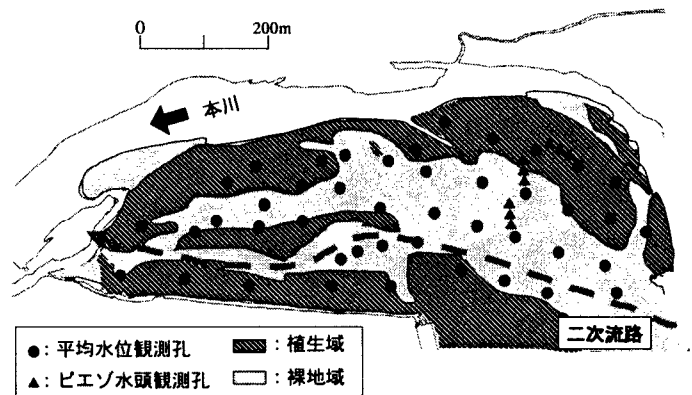


図-1 対象砂州の概要と観測孔の配置

3. 伏流水位分布の数値解析

砂州内には、図-1のように伏流水の観測孔が 53 本配置されている。本研究ではこれらの観測孔を用いて伏流水位を観測するとともに、本川と二次流路の水位の測量を定期的に行なってきた。伏流水の流動を明らかにするために、それらの観測データを基礎として流れの数値解析を行なった。

解析では、流れを平面 2 次元定常流と仮定し、地下水流の支配方程式を差分計算した。解析領域は、対象砂州を 10m 角の差分格子に分割し、境界条件として本川側には河川水位を、高水敷側には境界上の観測孔水位を補間して与えた。砂州全体を等方均質場と仮定し、モデルの水理パラメータとして透水係数 0.5cm/sec、層厚 15m と設定した。

解析により得られた伏流水位と流向の空間分布を図-2に示す。砂州の上流部では、河川と繋がった溜まりからの浸透水が放射状に流動し、下流部では、本川河道からの流入水が砂州を横断して高水敷側へ流動する様子が認められる。

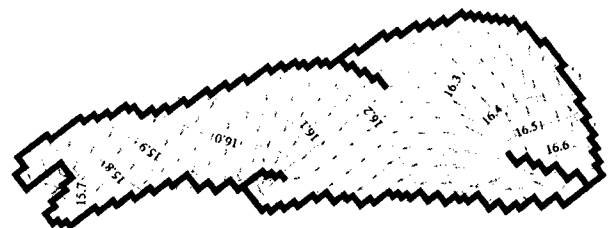


図-2 寄州における伏流水位の解析結果
(1999 年 12 月 3 日)

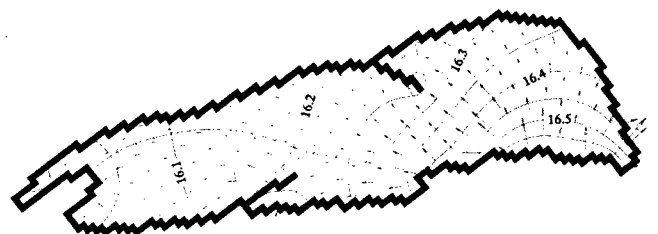


図-3 中州における伏流水位の解析結果
(2001 年 7 月 4 日)

4. 砂州の地形変化と伏流水の流動

前述のように、対象砂州は数十年にわたって左岸に接合した「寄州」であったが、最近では1999年および2000年の出水によって、砂州の地形が大きく変貌した。すなわち砂州内に二次流路が発達し、砂州は高水敷と切り離された「中州」となった。

寄州から中州に地形が変化したことにより、伏流水がどのような影響を受けたかを調べるために、前述の数値解析手法を用いて中州状態での伏流水位分布を求めたものが図-3である。図-2と比較すると、砂州の上流部の流れは似ているが、下流部において河道と平行な流れとなっており、動水勾配もかなり小さくなっていることが分かる。この解析により求められた伏流水位と観測水位を比較したものが図-4である。水位の平均誤差は0.026mであり、十分な精度を持った解析といえる。

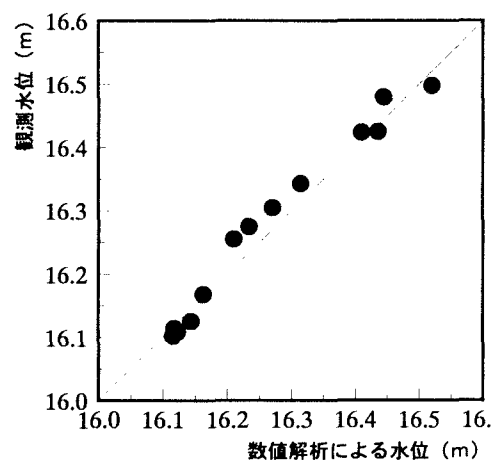


図-4 計算水位と観測水位の比較

5. 解析モデルによる伏流水の流動の再現性

解析結果は水位というポテンシャル値の分布を良く再現しているが、伏流水の流動という運動を再現できているわけではない。そこで、伏流水の実際の流速を塩水トレーサ試験によって求め、解析値と比較することを試みた。塩水トレーサ試験は砂州上の6地点（図-5）においてピットホールを掘削し、伏流水中に塩水を投入してホールを通過する伏流水の流れにより塩分濃度が希釈される様子を電気伝導度計で測定した。図-6は6箇所における塩分濃度の時間的変化を示したものである。このデータをもとに、伏流水の連続式から各地点の伏流水のダルシー流速を計算し、図-3に示した解析結果の流速値と比較したものが図-7である。トレーサ試験による流速値と解析結果は良い相関を示しており、解析モデルの有効性が改めて示されたといえる。

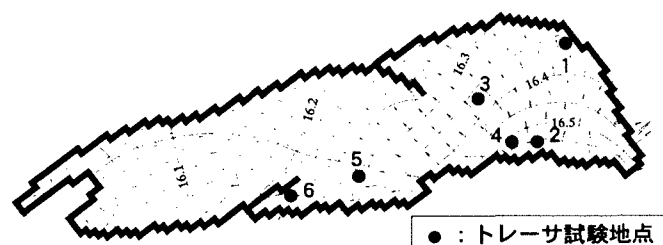


図-5 トレーサ試験の実地箇所

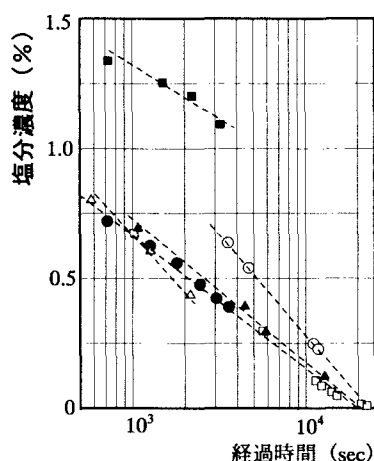


図-6 ピットホールにおける塩分濃度の希釈過

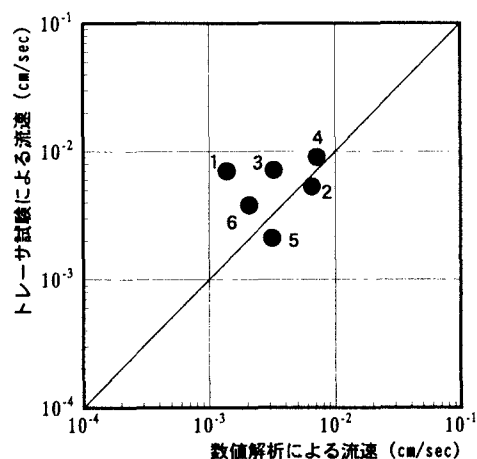


図-7 ダルシー流速の観測値と解析値の比較

6. おわりに

砂州の地形が中州へと変貌したことにより、伏流水の流れも大きく変化した。砂州上の植物の生育には伏流水が密接に係わっていると考えられるので、伏流水の流れの変化は、植生分布に強く影響し、やがては砂州上の生態系にも影響を与えるものと思われる。今後さらに植生分布の変化にも注目していきたい。