

「砂河川の砂州における伏流水流動とその水質への影響」

名古屋大学大学院工学研究科

中島 治美

名古屋大学大学院工学研究科 正 員

鷺見 哲也

名古屋大学大学院工学研究科 正 員

辻本 哲郎

1. はじめに

河川水が砂州の地表付近を浸透、流下する伏流過程は、河川環境において特異な物理環境を作り出し河川水質へも大きく影響を与えていることが近年注目され始めているが、その挙動や伏流過程がもつ浄化機能のポテンシャル等、未だ明らかにされていないことが多い。また近年顕在化した水系の汚染を解決するためには汚染物質の流入抑制が第一に挙げられるが、それと同時に河川のもつ自浄作用を利用することも重要だと考えられている。このことから河川水系全体での自浄作用を定量化するためにも詳細な伏流水挙動と、その結果もたらされる水質への影響の解明は鋭意に取り組まれるべき課題といえる。本研究では木津川砂州の裸地域に伏流水採水井を埋設して継続的に観測を行い、砂州内の伏流環境の把握に努めた。伏流の物理的環境と水質データを併せ見ることによって砂州伏流水が流下過程において受ける影響を示し、議論する。

2. 調査概要

①調査地域

研究の調査対象域は、淀川水系木津川の三川合流点から約 11km 上流の右岸砂州である(図・1)。調査対象付近の平均河床勾配は 1/1150 程度で、単列交互砂州が形成されている。

②調査方法

研究対象砂州の上流部裸地域に、伏流水位観測井として下端から 50cm にストレーナ加工を施した塩ビパイプ計 11 本を埋設した。(配置は図 1 の通り: W01~W11) 塩ビパイプは地表から伏流水面までの距離に応じて 1.5m から 2.5m の長さとした。また 砂州水際には水位観測のための基準杭を打設した。これら井戸での伏流水と、砂州水際の表流水の水面分布から砂州全体の大まかな伏流水挙動を特定した。また現地の水位データを用いて伏流水の平面 2 次元の浸透流解析を行い、流速、流向を算出した。同時に設置井より伏流水をサンプリングし、現地での水温、pH、EC の測定に加え、サンプルを研究室に持ち帰りイオンクロマトグラフィーで主要イオン濃度の分析を行った。

3. 結果

①伏流水面分布

観測した伏流水と表流水水面分布を水位コンター図として図・2 に示す。鷺見ら¹⁾は、砂州上流端周辺及び下流端周辺では砂州中央部に比べて伏流水挙動が活発であるとしたが、この水位コンターにおいても水面勾配からその特徴を見てとることができる。

②平面二次元浸透流解析

鷺見ら¹⁾を元に透水係数 $k_s = 2.0 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ を仮定し、数値解析を行った。解析結果による伏流水

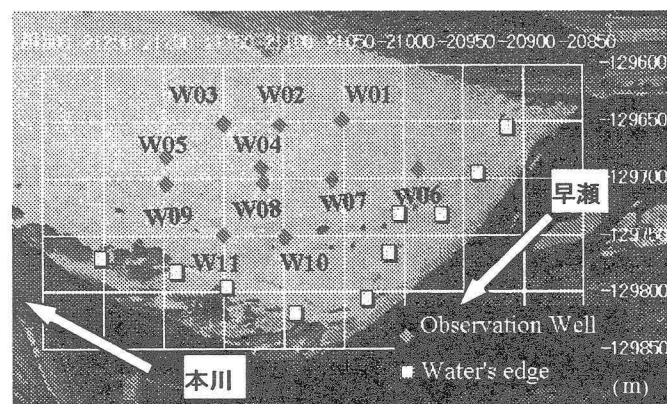


図-1 伏流水位観測井設置位置

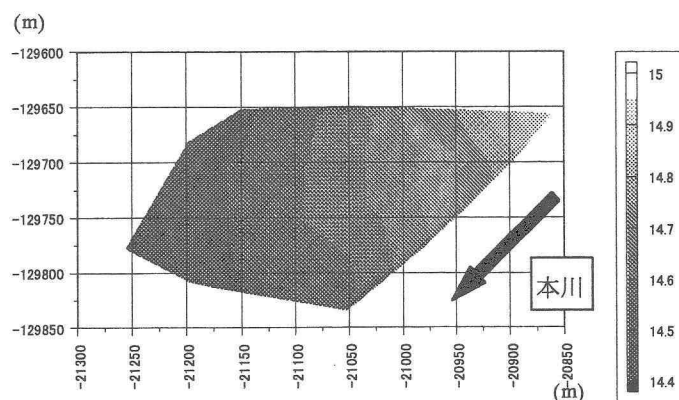


図-2 2003/11/14 伏流水面コンター図 (m+T.P.)

面と流速ベクトルの分布を図-3に示す。この結果においても現地実測水位コンターと同様に、砂州上端の伏流水流入部付近からの拡散的な流れを確認することができる。また流速はダルシー流速で $10^{-6} \sim 10^{-5} \text{m/sec}$ のオーダーにあり、非常に緩やかな流れであるといえる。これは間隙率を考慮したとき、24時間で数十cm～数m流下する速さである。

③水質分析

イオンクロマトグラフィーによる主要イオン濃度の分析結果を示す(2003/12/7 採水：図-4)。総じて表流水のイオン濃度が最も高い値を示した。また、伏流水内でも濃度は変動を示し、その変動は様々なイオンにおいて同様の傾向をとった。特に伏流水流入部から離れた地点(W08,W09,W11)においては濃度低下が著しかった。この理由として砂州全体が堤内地側からの地下水の流入や降水による希釈の影響を受けていることが考えられるが、堤内地側の井戸で特に強い希釈影響が現れているわけではないこと。同一水塊であることの指標となる $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比がほぼ同一の値をとっていることからなどから降水による希釈と考えるのが妥当だと言える。また表流水のイオン濃度が最も高い理由として、伏流水が約二週間前の冠水による希釈影響を強く受けており、表流水が定常状態に戻って以後もそれが解消されていないことが予想できる。これは数値解析による伏流水流速から見ても矛盾がない。

また Cl^- や $\text{SO}_4\text{-S}$ は、土壌への吸着や溶出がほとんど起こり得ないため、濃度変動が他水塊からの流入による希釈や濃縮に拠っており、地下水中には保存的なイオンと考えられている。そこで Cl^- 濃度を横軸にとり他主要イオン濃度をそれぞれ縦軸にプロットしたところ、ほとんどのイオンにおいて高い相関が確認できた(図-5)。この結果も前述の降水による希釈の可能性を支持するものであるといえる。ただし Cl^- と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度には相関が認められなかった。これは希釈や濃縮以外に、土壌中微生物の硝化・脱窒作用等、生物化学的影響による濃度変動の存在を示唆するものである。

4. おわりに

今後は、河川の窒素汚染問題の中でも特に問題視されている $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変動について微生物による硝化・脱窒作用を含めた定量化を行い、砂州の持つ水質浄化機能について考察を進める予定である。

参考文献

1) 鷲見哲也・片貝武史・辻本哲郎(2002)：木津川の伏流環境と関連した水質特性河川技術論文集, 第8巻, pp.185-190.

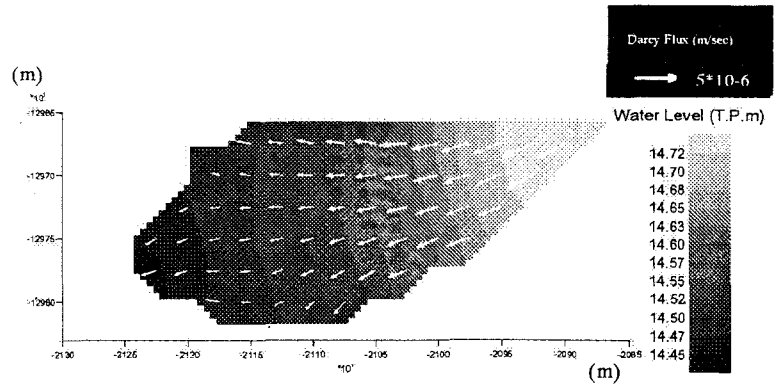


図-3 数値解析による伏流水面、流速ベクトル分布

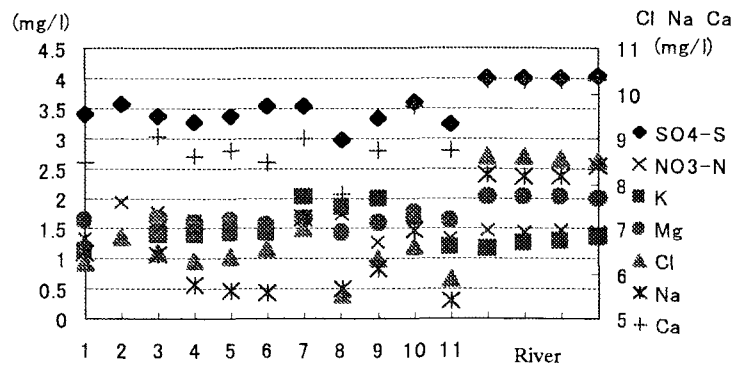


図-4 伏流水と表流水の主要イオン濃度

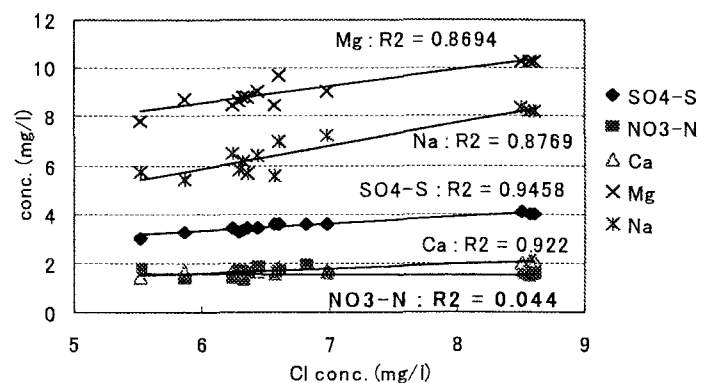


図-5 Cl^- 濃度とその他イオン濃度の相関