

木津川砂州における土壌からの溶脱成分と伏流水質への影響

名城大学理工学部 正員 原田 守博, 水谷 崇
名城大学理工学部 ○ 三岡 道治, 山田 一人

1. はじめに

河川の中流域では、河道湾曲部に砂礫が堆積し交互砂州が形成される。砂州は透水性が極めて高いため、河川水は砂州内に浸透し伏流水として流動する。伏流水は浸透に伴う濾過作用等によって水質が浄化されるといわれているが、それを裏付ける調査例はほとんど無い。このため筆者らは、京都府を流れる木津川の砂州を対象として、伏流水の流れと流下に伴う水質変化について現地調査を行ってきた。前年度の調査では、伏流水質は砂州表面の地被状態によって異なり、雨水が性質の異なる土壌中を浸透することによって伏流水の水質が支配されていることが示唆された¹⁾。そこで本研究では、砂州の表層土壌に含まれる水溶性成分および雨水浸透に伴う土壌からの溶脱成分の分析を行い、砂州土壌の伏流水質への影響を検討した。

2. 木津川砂州の概要

対象砂州は木津川の中流域に位置し、本川と二次流路に挟まれた中州となっている。砂州の大きさは長さ約 1km、幅は最大 0.4km、地表勾配約 1/1000 である。砂州の地被状態は植物の繁茂する植生域とそうでない裸地域に分けられる。植生域では細粒土から成る土壌層が堆積するが、裸地域では砂礫層となっている²⁾。砂州内に多数設置された観測孔を利用して伏流水を採水し、種々の水質項目について調査するとともに、観測孔周辺の土壌を採取して浸透実験と成分分析を実施した。

3. 現地調査および室内実験の方法

(1) 伏流水の採水と水質調査

図-1 に示す 2 本の流線上に位置する 6 ヶ所の伏流水観測孔において伏流水の水質調査を 4 回実施した。採水にはエンジン式ポンプを用い、観測孔内の溜まり水を排水した後、周辺から孔内に新たに浸出する伏流水を揚水した。

水質調査では、pH、電気伝導度 (EC)、溶存酸素濃度 (DO) を可搬型の計器により測定し、COD、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$)、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) をパックテストにより比色法で判定した。

(2) 土壌カラムを用いた室内雨水浸透実験

土壌の含有成分が雨水の鉛直浸透によってどのように溶脱するかを調べるために、土壌カラムを用いた雨水浸透実験を行った。まず現地において、断面積 270cm^2 、深さ 23cm の円筒管を地盤に貫入させ、土壌試料を採取した。つぎに実験室において、直径 8.3cm 、高さ 50cm の塩ビ管に土壌試料を充填し、上部から降雨強度 186.5mm/h の人工降雨を与える浸透実験を実施した。実験は定常状態で行われ、カラム下端からの浸出水を 30 分ごとに採取し、現地調査と同様の方法で水質を分析した。

(3) 現地土壌に含まれる水溶性成分とその鉛直分布

土壌の含有成分のうち、浸透によって溶脱しうる水溶性成分を特定し、土壌中での鉛直分布を調べるために、土壌採取と分析を行った。現地において、直径 4.4cm 、高さ 10cm の塩ビ管を 10

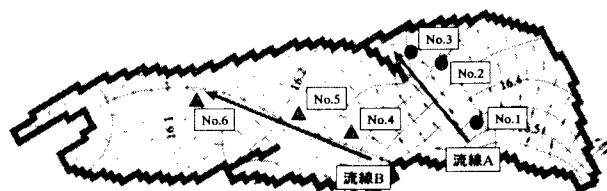


図-1 砂州における伏流水の流れと水質調査地点

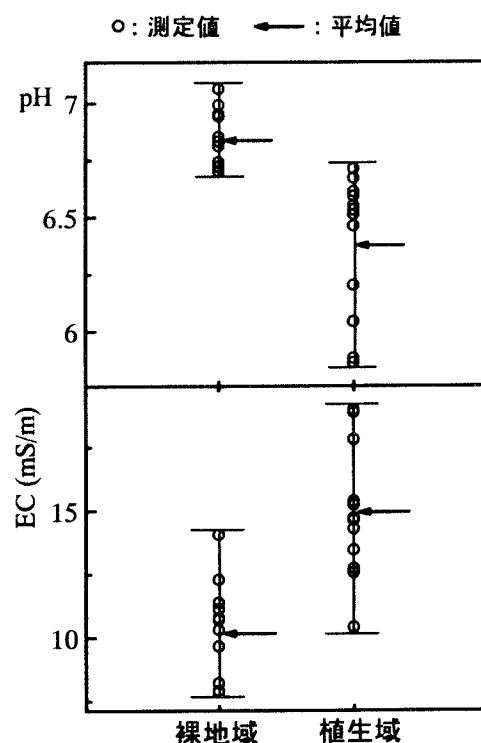


図-2 現地観測孔における水質調査結果

個繋いだものを地表面から打ち込み、抜き取ったあと分解して深さ 10cm ごとの土壌試料を得た。含有成分の分析には、pH、硝酸態窒素、リン酸態リン等を比色法で測定できる簡易土壌分析器具を用いた。

4. 土壌からの溶脱成分と伏流水質の係わり

現地の観測孔における pH および EC の水質測定結果を図-2に示す。これによると、裸地域より植生域の方が pH は低い値を示し、EC は高い値を示している。このように伏流水質には地表面状態による明確な差異が認められる。この原因として、伏流水は水平方向の流れによって連続しているが、その流速がきわめて遅いため、各地点の水質は雨水浸透等に伴う鉛直方向の溶質移動に支配されている可能性がある。

この仮説を検証するために実施した土壌カラム実験の結果を図-3に示す。図(a)はカラム下端からの浸出水の EC の変動を示しており、植生域（実線）と裸地域（破線）を比較すると、EC は裸地域ではほぼ一定の値を示すが、植生域では 30 分後に最も高い値を示し、多くのイオンが溶脱していることが分かる。すなわち、現地で測定された植生域での高い EC の値は、土壌からのイオン浸出による可能性が高い。なお、pH についても同様に、現地調査と実験結果の対応が認められた。

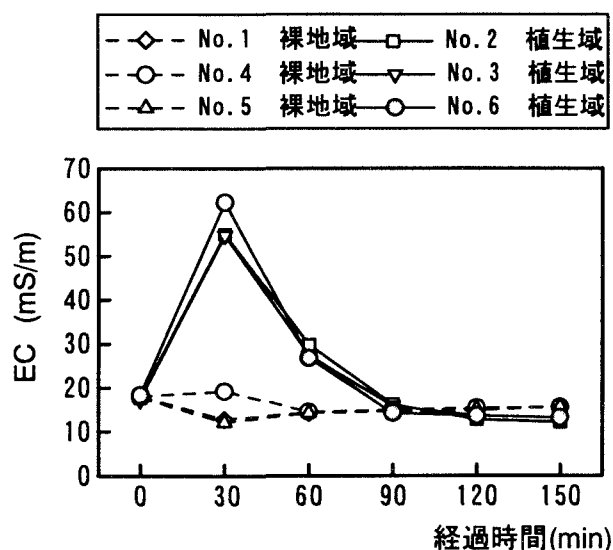
図-3(b)は土壌カラムからの硝酸態窒素の浸出状況を示している。図から分かるように、植生域の土壌カラムでは EC の場合と同じく、硝酸態窒素の明確な浸出が見られるのに対し、裸地域の土壌カラムでは変動が小さい。このことから、植生域の土壌には裸地域よりも多くの硝酸態窒素が含まれていることが予想される。この仮説を検証するために実施した現地土壌の含有成分分析の結果を図-4に示す。この図は土壌がもつ水溶性の含有成分のうち、硝酸態窒素の鉛直分布を描いたものである。図から分かるように、植生域では 100cm までのほぼ全ての深度で硝酸態窒素が検出されるのに対し、裸地域では全層にわたり全く検出されない。このことは、植生域の土壌には裸地域の土壌に比べて豊富な有機質が堆積し、その分解によって多くの硝酸態窒素が形成されていることを示唆している。

5. おわりに

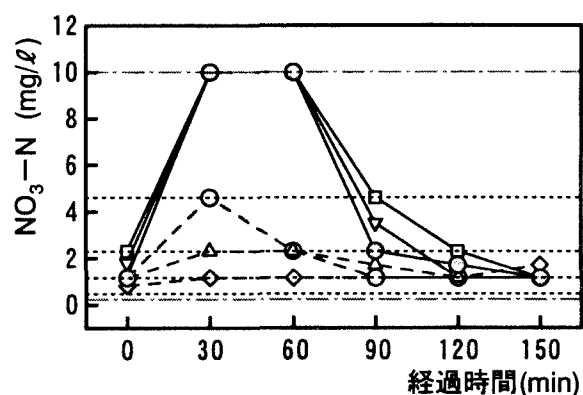
本研究では砂州における伏流水質を決定づける要因として、土壌からの溶脱成分の役割について検討した。今回は pH、EC、硝酸態窒素についてのみ考察したが、今後さらに他の水質項目についても検討を行う予定である。

参考文献：

- 1) 原田・西村・牧・河辺：河川技術論文集，第8巻，2002。
- 2) 原田・牧・河辺：平成13年度土木学会中部支部研究発表会概要集，II-44，2002。



(a) 浸出水における EC の変動



(b) 浸出水における硝酸態窒素の変動

点線：比色板で読み取れる値
一点破線：比色板で読み取れる最大値と最小値

図-3 土壌カラム浸透実験の分析結果の一例

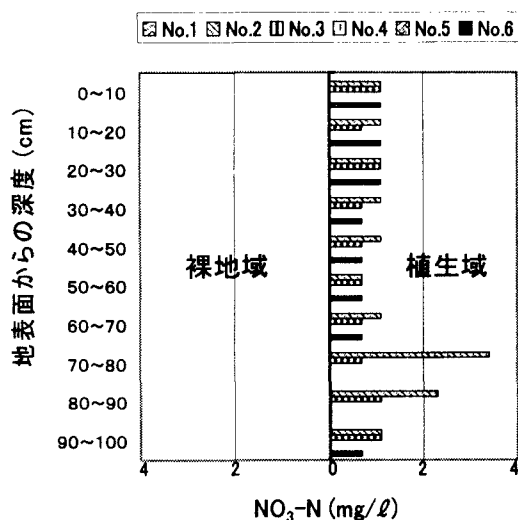


図-4 土壌の含有する硝酸態窒素の鉛直分布