

河畔砂州における伏流水質の支配要因に関する現地実験

名城大学理工学部 正 員 原田 守博
 名城大学大学院 学生員 ○ 三岡 道治
 名城大学理工学部 小笠原孝行, 矢澤 真秀
 名城大学農学部 青野 求

1. はじめに

河川環境を良好に保つには、生態系の保全に加え、河川水の水質を改善することが不可欠である。従来より、河川中流域に形成される砂州には水質を浄化する作用があるといわれてきた。これは、砂州が主に砂礫から構成されるため、河川水が容易に浸透し、伏流水として流動する際に濾過されるからであろう。しかし、砂州における伏流水について水質の詳細な調査例はほとんどなく、砂州の水質浄化機能は実証されていない。そこで筆者らは、木津川砂州（京都府）を対象として伏流水の流動状況と水質調査を行ってきた。今までのところ、伏流水質は砂州表面の地被状態（植生域か裸地域か）によって異なることが示唆された¹⁾が、測定データは十分とはいえない。本研究では、砂州における伏流水質の計測を継続するとともに、植生域の土壌において人工降雨による浸透実験を行い、土壌中の水分変化と水質を調べ、伏流水質への影響を検討した。

2. 木津川砂州における伏流水の水質変化

地被状態による伏流水質の差異を検証するために、図-1に示す木津川砂州に設置された観測孔を用いて水質調査を実施した。採水にはエンジン式ポンプを用い、観測孔内に浸出する伏流水を揚水した。水質分析は、採水試料中のリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$)、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) について、分光光度計を使用して濃度を測定した。

図-2(a),(b)は、伏流水の流線 B（図-1 参照）に沿った観測孔における硝酸態窒素とアンモニア態窒素の分析結果を示したものである。これによると、硝酸態窒素・アンモニア態窒素ともに、流線の下流側に位置する No.6 では上流側に位置する No.4, No.5 より高い値を示した。No.4, No.5 が裸地域に位置するのに対し、No.6 は植生域に当たることから、伏流水質は水平方向の流動に伴う濾過作用等によって変化するのではなく、砂州の地被状態によって強い影響を受けているものと推察される。すなわち、伏流水の水平流動はきわめて遅いため、各地点の伏流水質は雨水の鉛直浸透に伴う溶質移動に支配され、植生域の土壌がもつ化学成分が水質を決定づけている可能性がある。

3. 植生域における雨水浸透実験

植生土壌からの溶脱が伏流水質に起因していることを確認するために、矢作川砂州（愛知県）における植生域を対象として雨水浸透に伴う土壌中の水分変化と溶質移動の実験を実施した。

(1) 現地実験の方法

現地土壌に 70cm 四方の実験領域を設定し、注射針を用いた

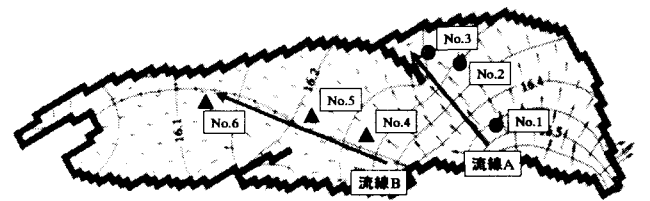
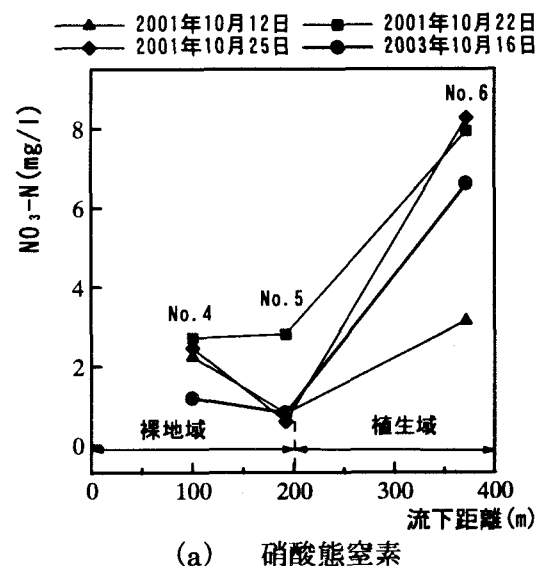
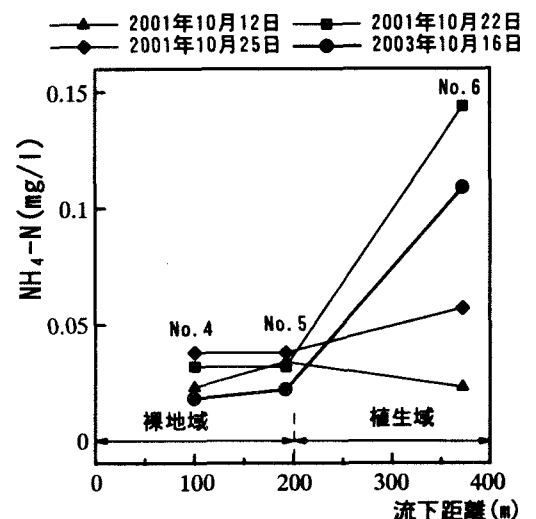


図-1 砂州における伏流水の流れと水質調査地点



(a) 硝酸態窒素



(b) アンモニア態窒素

図-2 流線 B に沿う地点の水質状況

人工降雨発生装置を設置した。対象領域内において、降雨に伴う土壌中の水分変化を把握するために、地表面から深さ 20, 40, 60cm にテンシオメータを設置し、圧力水頭の時間的変化を測定した。人工降雨は降雨強度 60mm/h で、3 時間与えた。雨水浸透に伴う土壌中の溶質移動を知るために、雨水と土壌水を採水した。土壌水の採水には先端に素焼きのポーラスカップを付けたパイプを用いて、テンシオメータと同様の深さに設置し、吸引圧をかけて抽出した。採水開始時間は、テンシオメータの測定値を参照して、採水カップの設置深度に浸透水が到達する時間とした。

(2) 土壌中の水分変化

テンシオメータで測定された圧力水頭の時間的変化を図-3(a)に示す。これによると、深さ 20cm では降雨開始から約 30 分後に、深さ 40cm では約 1 時間後に圧力水頭が変化し、深さ 60cm においても徐々に圧力水頭が変化している。深度が浅い方から順に圧力水頭が変化していることから、雨水が鉛直下方に浸透している様子が認められる。

次に、土壌中の水分変化と流動量を知るために、不飽和浸透解析を行なった。解析の基礎方程式は Richards の式であり、パラメータは Brooks-Corey の関係式を用いて、圧力水頭の実測値(図(a))と数値解(図(b))を比較することにより設定した。各深度における土壌水の通過水分フラックスを図-4に示す。深さ 20cm と 40cm では、降雨期間中に降雨強度と同じフラックスに到達しており、60cm においても多くの水分が流動している。このことから、鉛直方向の水分移動はきわめて速く、雨水によって土壌からの溶脱成分が迅速に伏流水に供給されることが理解される。

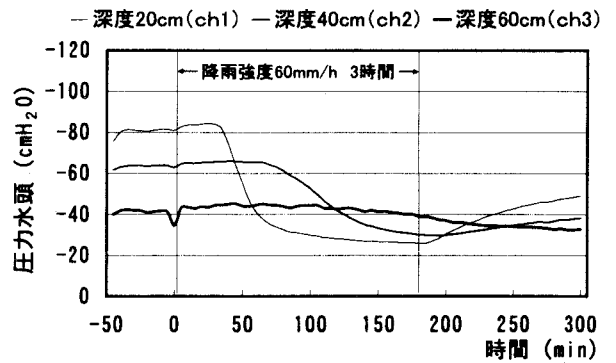
(3) 土壌中の溶質移動と伏流水質への影響

雨水浸透による溶質移動を把握するため、雨水と各深度の土壌水の水質を分析した。9 種の分析項目のうち、硝酸態窒素とアンモニア態窒素の分析結果を図-5に示す。これによると、どちらの水質項目も地表から 20cm の間で急増していることが分かる。これは、植生域には地表直下に有機質を含む腐植土層が存在するため、微生物による分解によって多くの硝酸態窒素が生成され、それらが雨水浸透に伴って溶脱して下方へ移動したものと推察される。

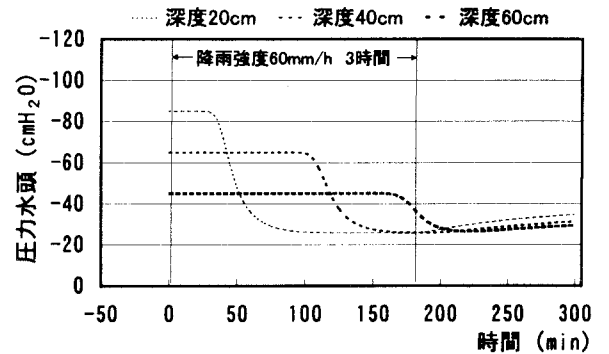
5. おわりに

砂州における伏流水質を決定づける要因として、降雨に伴う土壌中の水分移動と溶質移動について検討した。今後、対象とする木津川砂州において詳細な現地実験を行ない、伏流水質との係わりについて検討を進める予定である。

参考文献 1) 原田・西村・牧・河辺：河川技術論文集，第 8 巻，2002。



(a) 実験結果



(b) 数値解

図-3 圧力水頭の時間的変化

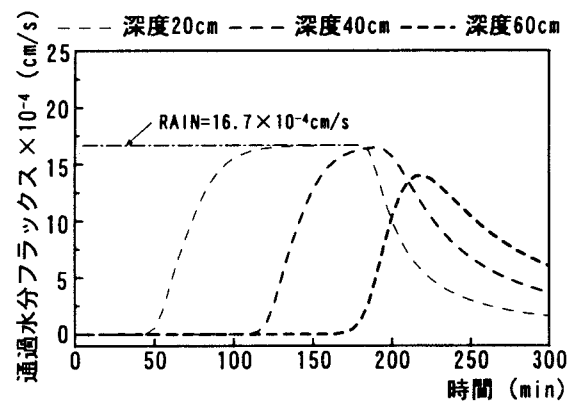


図-4 通過水分フラックスの変化

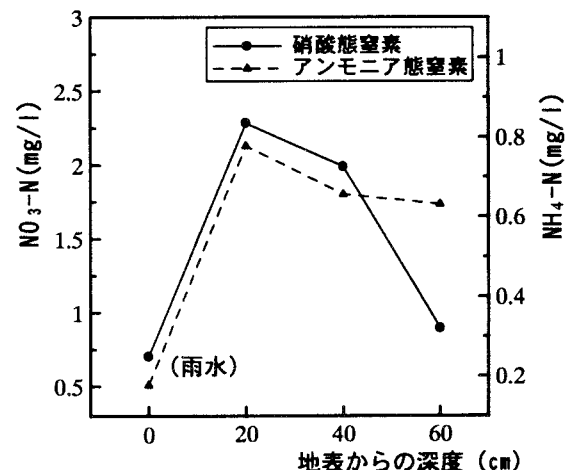


図-5 各深度における硝酸態窒素とアンモニア態窒素の分析結果