河畔砂州における雨水浸透に関する現地実験

名城大学大学院	学生員	〇 三岡	道治
名城大学理工学部	正 員	原田	守博
名城大学大学院	学生員	小笠原	原孝行

1. はじめに

河川中流域に形成される河畔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 質調査を行なった.その結果,伏流水の水質は砂州表面の地被状態 によって異なることが判明し¹⁾,伏流水質は雨水が浸透する表層土 壌中の溶脱成分の有無によって支配されると推察された(図-1). 本研究では,この仮説を検証するために,植生域の土壌において人 工降雨による浸透実験を行い,不飽和土壌中の水分変化と水質挙動 を調べ,伏流水質への表層土壌の影響を検討した.

2. 現地実験の方法

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現地実験を実施した.実験では、土壌表面に70cm四方の領域を設定し、注射針を用いた人工降雨発生装置によって降雨強度60mm/hの雨水を土壌中に3時間浸透させた(図-2).

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は,対象とする深さにおける圧力水頭を測定する必要がある. そこで,図-2に示すように地表面から深さ20,40,60cmにテンシオメータを計3本設置し,圧力センサーを用いて毛管圧水頭の時間的変化を連続測定した.

雨水浸透に伴う土壌中の溶質移動を測るために,雨水と土壌水を 採水した.土壌水の採水装置は先端にポーラスカップを付けた管を 埋設し吸引圧をかけて土壌水を抽出するもので,ポーラスカップを 図-2のようにテンシオメータと同様の深さに計3本設置した.

採水試料の水質分析として、9項目:pH,電気伝導度(EC),栄 養塩(リン酸態リン,アンモニア態窒素,硝酸態窒素),主要イオン



図-1 伏流水質の支配要因



図-2 実験装置の設置状況

成分 (カリウム,カルシウム,マグネシウム,ナトリウム) について実験室での詳細な分析試験を行なった. 現地の土壌構造は,地表から 10cm の間に腐植土壌が堆積しており,10cm から 60cm が砂層で,60cm 以 キーワード:伏流水,水質,砂州,溶質移動,現地実験 連絡先:〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1丁目 501番地 Tel.052-838-2353 Fax.052-832-1178 下は砂礫層となっている.表層部の腐食土壌には化学成分が 多く含まれ,雨水の浸透によってそれらが徐々に溶脱して, 定常的に溶質移動が生じる可能性が想定される.

3. 土壤中の水分変化

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に実線で示す.この図から,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,深さ60cmに おいてもその後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-3実線)と数値解(図-3破線)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.土壌水 の採水は図中に示したように、各深度に上方からの水分フラ ックスが到達した時刻から5時間行なった.

4. 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、電気伝導 度(EC)の分析結果を図-5に示す.これによると、地表で の雨水に比べて土壌水のECは増加しているが、とくに地表 から20cmの間で急増していることが分かる.すなわち、土 壌水には浸透に伴って多くのイオンが含有されることを示し ている.各深度における土壌水の各イオンの濃度変化を図-6に示す.この図は縦軸に雨水中の濃度に対する比率をとっ たものである.この図からも各イオンが地表から20cmの間 で急増していることが分かる.したがって、植生域には地表 直下に化学成分を多量に含む腐植土層が存在するため、それ らが雨水浸透に伴って溶脱し下方へ移動すると推察される.

5. おわりに

砂州における水質浄化機能を評価するための基礎研究と して,降雨に伴う水分移動と表層土壌からの溶脱過程につい て検討した.今後,さらに現地実験を継続し,土壌水中の溶 脱成分と伏流水質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:木津川砂州における 伏流水の流動過程と水質特性,河川技術論文集,2002.



図-6 土壌水に含まれる各イオンの濃度比