

平・出水時における砂州の伏流水中の窒素動態

○名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 亀井丈史
 名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 片貝武史
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 鷲見哲也
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 辻本哲郎

1. はじめに

河道内の砂州は物質循環が生じている場であり、特に河川水が砂州内部に浸透し伏流する過程で起こる物質変換機能を提供している。その機能は裸地や植生といった景観の違いによって異なることが報告されている¹⁾。また、砂州は降雨や出水のインパクトを受けるため、その影響が伏流水の水質形成に大きく寄与すると考えられる。本研究では、裸地と植生の砂州において平・出水を考慮した現地観測を行い、保存性物質を利用して水の鉛直混合について整理した上で、平水時と出水後の伏流水中の窒素濃度の変化過程を検討した。

2. 調査概要

調査対象地は、淀川水系木津川の三川合流点から約 10~12km の間にある交互砂州 (図 1, 2) を対象とした。

水位観測および採水を行うために、砂州内に簡易井戸 (塩化ビニル製: 深度 1.5~3.0m と鋼管製: 深度 3~5m) を設置した。各井戸の伏流水と河川水を 2004 年 12 月~2005 年 11 月 (図 3) に採水を行った。図 3 に示す□は対象砂州が部分的に冠水した 7 月の出水, 完全に冠水した 9 月の出水を示す。サンプルは 50ml 程度採水して持ち帰り Cl^- (塩化物イオン), $\text{NO}_3\text{-N}$ (硝酸態窒素) 濃度と水の $\delta^{18}\text{O}$ (酸素安定同位体比) を測定した。イオン濃度はイオン分析計 (TOA DKK IA - 200) を用い分析を行った。また、水の $\delta^{18}\text{O}$ の測定においては酸素平衡前処理装置直結型デュアルインレット導入方式質量分析計 (PDZ ヨーロッパ社製, ANCA - GEO 山梨大学工学部) を用いて行った。

平水時における伏流水の水平流動の時間スケールが数十日程度²⁾であるのに対し、冠水時の鉛直混合は数時間程度である。したがって、冠水時の水の混合は水平よりも鉛直の影響が卓越する。

3. 結果と考察

(1) Cl^- の空間分布

Cl^- は、土壌への吸着や溶出がほとんど生じないため、濃度変動は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。したがって出水時の河川水と伏流水の Cl^- 濃度を比較し、両者が近づけば河川水が伏流水に流入し

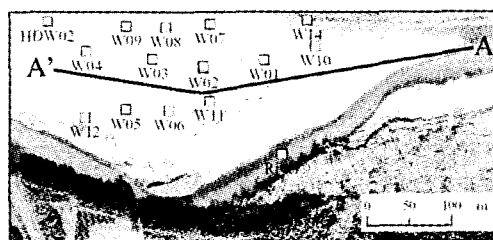


図 1 裸地砂州の採水地点

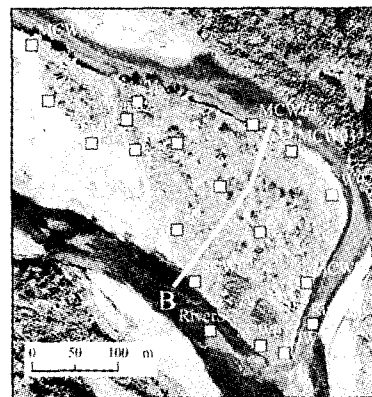


図 2 植生砂州の採水地点

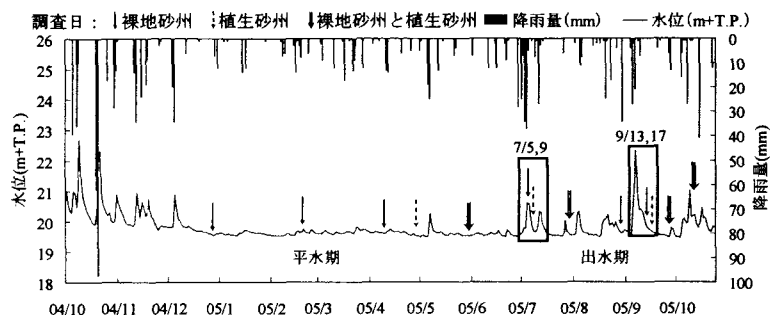


図 3 調査期間の水位と降水量 (飯岡水位観測所, 京田辺気象観測所)

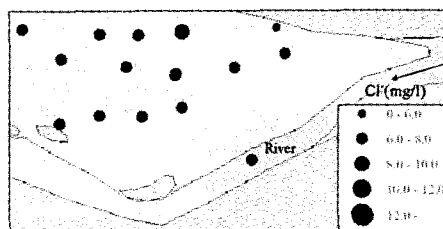


図 4 裸地砂州の Cl^- 分布 (9/13)

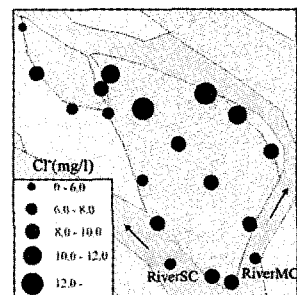


図 5 植生砂州の Cl^- 分布 (9/17)

たとみることができる。例えば9月の出水のCl濃度の空間分布(図4)から、裸地砂州では河川水と伏流水のCl濃度がほぼ同値であることから出水時の河川水が流入したことを示唆している。植生砂州(図5)でも同様の見方をすると、伏流水のCl濃度が河川水に近づかない地点が一部ある。これは冠水による河川水の鉛直下向きの流入が裸地砂州に比べ乏しく、以前の高い濃度の水が残留していることが考えられる。このように、裸地砂州と植生砂州は冠水の可否による流入特性の違いが明らかになった。

(2) 河川水、伏流水と降水の $\delta^{18}\text{O}$

河川水と降水の $\delta^{18}\text{O}$ の経時変化(図6)より7/5や9/13のように河川水が降水の $\delta^{18}\text{O}$ に近づいている。次に、河川水を基準に伏流水の $\delta^{18}\text{O}$ の変動をみるため、伏流水の流れ方向に沿った(図1 A-A', 図2 B-B')での $\delta^{18}\text{O}$ の経時変化を図7, 8に示した。7/5や9/13の伏流水は冠水により、裸地砂州、植生砂州ともに河川水の $\delta^{18}\text{O}$ の変化に追随している。つまり、出水による冠水のため砂州内部へ河川水が流入し伏流水の形成に影響していると考えられる。これはCl濃度の分布から得た知見と同様の結果である。

(3) 鉛直の水輸送過程と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

裸地砂州における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化(図9)より平水時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は河川水より高い濃度でほぼ横ばいに推移している。また、出水による冠水があると $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は河川水に近づき、出水後の水位低減に伴い濃度が上昇している。7/5の出水でも同様の現象が起きている。窒素濃度が上昇する要因は、冠水後の水位低減時の土壌中の間隙水がキャリアとなり不飽和土壌中の窒素成分を溶脱する作用があると考えられる。一方、植生砂州の伏流水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化(図10)より、植生砂州は冠水による砂州内部への水の流入特性が裸地砂州とは異なるため、伏流水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は河川水に近づかない地点もいくつかある。また、植生砂州は裸地砂州とは異なり水位低減時の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の上昇は認められず、さらにいくつかの地点で河川水に比べ伏流水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は河川水よりも低い濃度で推移している。この要因としては、水平流動過程における脱窒などが考えられる。

4. おわりに

裸地と植生の砂州では鉛直の水輸送過程に違いがあり、その違いが伏流水の窒素動態に大きく影響していることが考えられる。今後は、水平と鉛直の水輸送過程を捉え、比較・整理した上で、脱窒などの窒素濃度を減少させる要因を把握し議論していく予定である。

参考文献

- 1) 原田守博・西村智樹・牧幸治・河辺宏：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，Vol.8，pp.61-66，2002.
- 2) 中島治美・鷺見哲也・辻本哲郎：木津川裸地砂州における伏流水の水質特性，河川技術論文集，Vol.10，pp.381-386，2004.

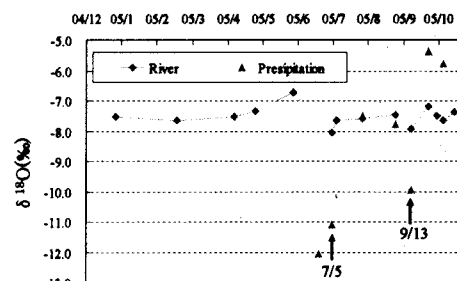


図6 河川水と降水の $\delta^{18}\text{O}$ の経時変化

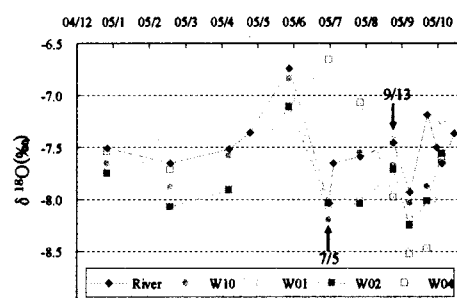


図7 裸地砂州における $\delta^{18}\text{O}$ の経時変化

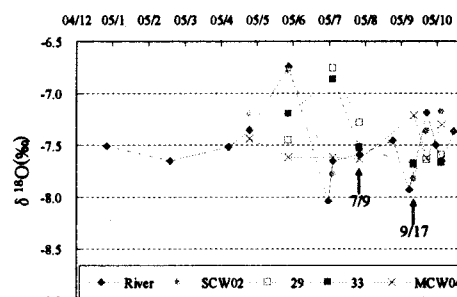


図8 植生砂州における $\delta^{18}\text{O}$ の経時変化

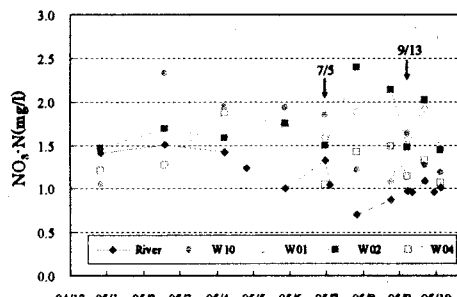


図9 裸地砂州における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化

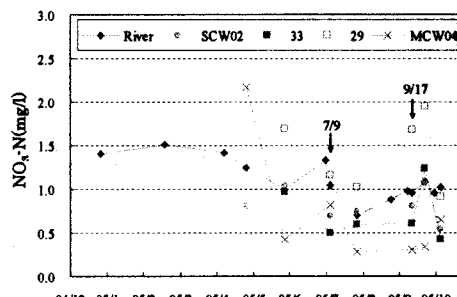


図10 植生砂州における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化