

木津川砂州域におけるたまりの水交換性に関する研究

名古屋大学大学院工学研究科 岩崎充宏
 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 河川の中流域に存在する砂州堆は、河川景観や河川の生態系にとって重要な役割を担っている。特に近年、わんどやたまり、二次流路といった微地形が生物生息環境として注目されている。これらの流速の緩やかな止水域は本川とは異なる性質を示し、魚類の産卵場、本川内に生息する稚魚・子魚の生育場、出水時の避難場所等の機能を果たしていると考えられる。本研究では、木津川砂州堆に形成される植生沿いにあるたまりに注目し、伏流水質やたまりでの生態系を論ずる上で重要な指標であるたまりの洪水による冠水頻度、洪水後の水の攪乱、交換のあり方、遷移についてたまり内の水位データ、数値計算により推測・考察する。

2. 対象区域、現地調査 本研究の調査対象地域は、淀川水系の三川合流点から 12.0km 上流付近の左岸の砂州である(図-1)。木津川は砂河川であり、幹線流路延長 147km、20km 付近までの平均河床勾配は 1/1150 程度、対象地域から 4km 上流の飯岡地点における流域面積は 1,559km²である。計画高水流量は 6,100m³/s で、既往最大は 6,410 m³/s である。本研究で対象としている植生際は本川水位が上昇したとき本川とわんどがつながり流路となる。そしてその流路上にあるたまりは攪乱を受けるとともに本川との水交換が行われると考えられる。その流路が本川と切れる水位は、洪水時の水位低減に遅れが生じる点であると考えられる。

現地での調査は以下のことを行った。1) 現地でのたまりの位置、標高を把握するため植生際に沿った詳細な測量(図-2)。2) 水位計及びデータロガーを用いた3つのたまりでの水位経時変化の自動計測と表流水との関連性の把握(図-3)。3) 現地の透水係数を求めるための伏流水トレーサー実験。4) 数値計算に必要な水位の境界条件を与えるため、対象地域に設置された観測井戸を用いた水位の計測。以上の4つの現地観測をもとに水の交換性の評価を行った。

3. 数値解析手法 本研究では Dupuit の仮定及び等方均質な帯水層(下端不透水層上面は水平)という仮定のもとで平面二次元不圧地下水流動の支配方程式¹⁾として次式を差分法(スタグガード格子)によって数値的に解く。

$$\frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^2}{\partial y^2} = 0$$

h は水平不透水層上面を基準(現地のコアボーリング調査により、T.P.0m 付近)としたときの伏流水位である。図-2 に示す解析範囲において 1 メッシュ; 3.125×3.125m とした。境界条件は現地観測による境界上に敷設された井戸水位を用いた。透水係数はたまり B 付近でのトレーサー実験(方法は参考文献 2)を参照)の結果より算出された $k=0.113(\text{cm/s})$ を用い、フラックスの算定に用いた。

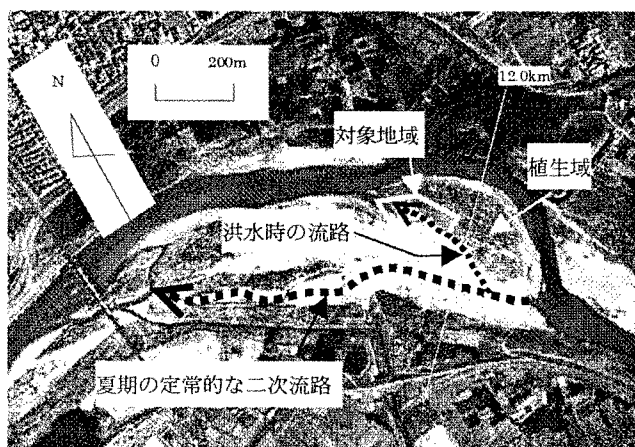


図-1 対象地域

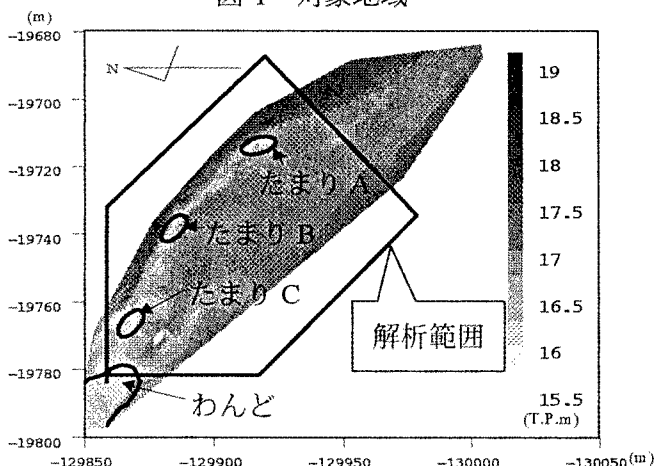


図-2 植生際の地形コンターと数値解析範囲

4. 結果と考察 図-3 にはデータロガーにより収集されたたまり A,B,C の水位と飯岡での水位を示す。たまり A,B において水位が T.P.16.8m 付近で水位低減の遅れが見られ、この水位が本川からの流れが途切れる、もしくは本川とつながり流路となる水位であるとみられる。この時の飯岡の水位は T.P.20.7m であり流量 $Q=43.4(\text{m}^3/\text{s})$ である。すなわちこの $Q=43.4(\text{m}^3/\text{s})$ 以上の洪水がくると植生際は流路となりたまりは攪乱を受けると考えられ、たまりの水質・生態を考える上で一つの支配水文量と見ることができる。今年 11 月までの飯岡の水位をみると、8 回表流水との交換が生じており年数回はこのような水交換が期待される。

図-3 より植生際のたまりは次の 3 つのステージにより水の交換がされていると考えられる。1) 洪水により植生際が流路となっているときの表流水による攪乱、交換。2) 本川からの流入が切れ、水位が低減しているときに生じるたまり間での水の交換。3) 伏流水面が定常の時に生じるたまり間での水の交換である。そこでステージ 3 のもとで、たまりの交換水量の推定を次の 2 つのケースでの数値計算によって行った。1) たまりの水位を境界条件としないで、当該部分の通過量を推定したとき。2) たまり A,B,C の水位を内部境界条件としたとき。表-1 に示した流出入量の結果では、たまりへの塩水投入実験により得られた流出入量 $Q=5.42(\text{cm}^3/\text{s})$ (額原,1999)²⁾ と比べると土壌の透水性の違いにより若干低い、流出入量は近い値であると考えられる。ケース 1 とケース 2 とを比べると、図-5 の水位コンターから分かるように全てのたまり周辺において水位のゆがみが生じ、動水勾配の上昇による流出入量の増加が見られる。たまりの存在は確かにその周辺の水位に影響を与え、水の交換が生じていることがわかる。水の交換により大気からたまりに酸素が供給され、たまり周辺での溶存酸素は増加し、たまり周辺での生態系の活動が活性化するため、たまりの存在が伏流水質の浄化に大きく関与してくると思われる。

5. まとめ 以上の結果から本研究では、本川の流入によるたまりの攪乱が起きる流量 $Q=43.4(\text{m}^3/\text{s})$ 、数値計算による定常状態での伏流水のたまりへの流出入量を示すことができた。今後はステージ 1 (表流水による水の交換)、ステージ 2 (水位低減期に起こる水の交換) におけるたまりの水の収支についても検討を行う予定である。

〈参考文献〉

1) Jacob Bear: dynamics of fluids in porous, American Elsevier Publishing Company, Inc, 1972
2) 鷺見ら: 「砂州内の伏流挙動とたまりの水交換性に関する研究」, 河川技術に関する論文集, 第 6 巻, pp.89-94, 2000.

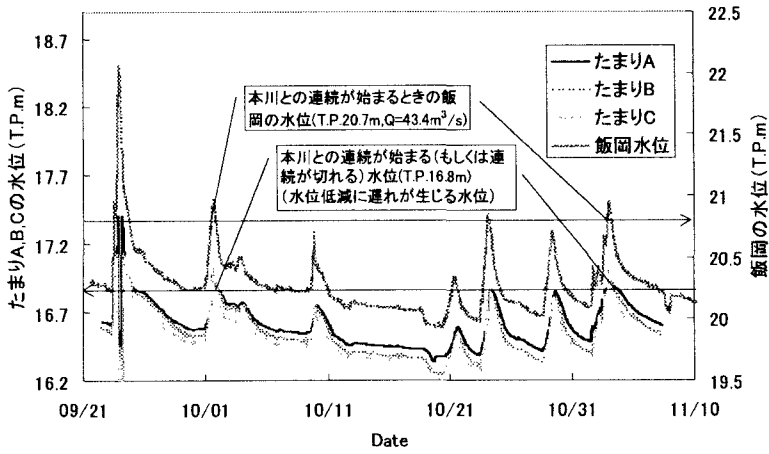


図-3 たまり A,B,C の水位と飯岡の水位

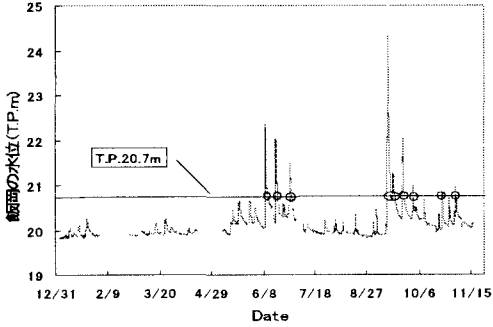


図-4 2000 年 11 月までの飯岡の水位

表-1 伏流水のたまりへの流出入量

	伏流水のたまりへの流出入量(cm^3/s)		
	たまりA	たまりB	たまりC
ケース1	1.51	1.67	2.09
ケース2	2.07	2.39	3.06

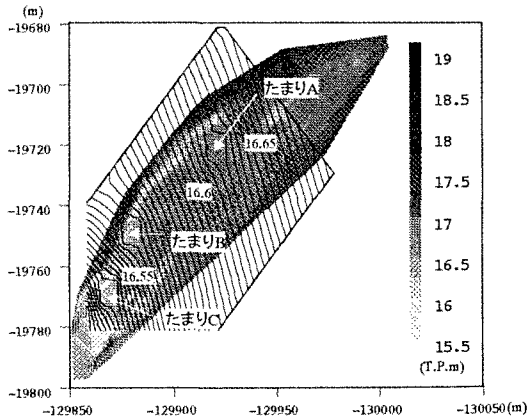


図-5 ケース 2 における水位コンター