

木津川砂州における伏流水の鉛直輸送に関する研究

名古屋大学工学部 学生員 ○新澤成希
名古屋大学工学研究科 正会員 鷺見哲也
名古屋大学工学研究科 正会員 辻本哲郎

1. はじめに

河川には水質浄化機能があると言われその効果について様々な視点からの研究が行われているが、砂州と
の水交換と浸透による浄化機能についてはそのメカニズムや情報はまだ不明な部分が多い。砂州内での水
の動きには水平と鉛直の2通りがあるが、水平流動の遅い砂州では「河川との水交換量」と「蒸発散・降雨
による鉛直輸送量、つまり伏流水との水交換量」のオーダーは等しい場合があり、どちらも無視できず、蒸
散による鉛直輸送に与える植物の影響は重要である。その蒸散速度を規定するのは気象条件の他、土層・材
料条件、蒸散機能を支配する植生のメカニズム、比高(伏流水からの地表の高さ)であることから、これらに
よる蒸発散量に与える影響について知る必要がある。本研究では、実験により求めた現地土壌パラメータを
もとに SPAC モデルの計算を行い、伏流水からの鉛直輸送が、比高によりどのような影響を受けるのかを議
論する。ここでは、主に伏流水の水を用いて生息していると思われるツルヨシに特に注目した。

2. 対象砂州の概要

対象砂州は京都府を流れる木津川の、淀川合流地点から 12km の場所に位置する中州である。長さは約
1000m,幅は最大 400m, 平均河床勾配は約 1/1150 である。1974 年頃までは裸地の砂州であったが、それ以降
植生が定着し、その部分に細砂が堆積して高いところでは比高が 3m にまで達するようになった。この植生
微高地の表層にはシルトが 20~50cm 程度堆積し、ツルヨシの他にセイタカヨシ、セイタカアワダチソウな
ど様々な植物が繁茂している。ツルヨシ群落は、既往
の調査において水際から比高 1.5m 程度の高さに繁茂
していることがわかっている。ここでは、淀川より
12km の地点の横断断面を取り、その線上のツルヨシ
の群落が存在する場所に注目し、表層（いずれも
20-25cm）より下の砂層（粒径 0.1 - 2.0mm 程度）から
カラムを採取し、それを用いて研究を行った。

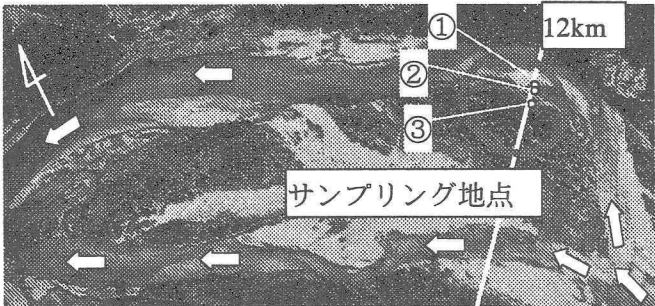


写真-1 対象砂州

3. SPAC モデルの概要

(1) 土壌パラメータの設定 土壌水分特性および透水特性につ
いては Campbell 式¹⁾を用いた。各土壌パラメータには各々のため
の試験を行い求めた数値(表-1)を設定した。特に土壌水分特性につ
いては図-1 に示す。また、初期の土壌水分ポテンシャルは静水圧分
布した水分ポテンシャルを与えた。

(2) 気象パラメータの設定 今回の数値解析では、水の供給源
を伏流水からのみとするために、降雨はないものとし、水の動きを

表-1 土壌パラメータ

No. of Material	①	②	③
θ_s	0.31	0.21	0.33
ψ_e (cm)	-4.41	-12.76	-7.54
b	1.32	0.54	0.59
k_s (cm/s)	0.0580	0.0477	0.0662

表-2 気象パラメータ

	夏期晴天
最高気温(°C)	35.0
最低気温(°C)	25.0
相対湿度(%)	55.0
風速(m/s)	1.1

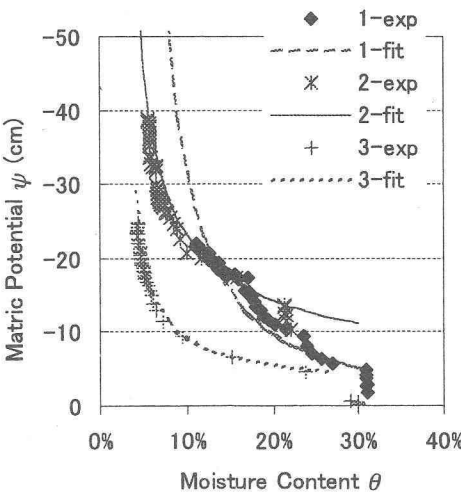


図-1 水分特性曲線

より活発にするために夏期のデータを使用した。この値は気象庁が Web 上で公開している観測資料を参考に夏季の晴天条件として表-2 の値とした。

(3) **植物に関わるパラメータの設定** 植物の蒸散活動やそれに伴う吸水活動に関わる、植物の形態が支配するパラメータとして葉面積指数と根密度がある。葉面積指数は、単位体積あたりにおける植物からの蒸散速度及び、蒸発・蒸散能（それぞれ葉のポテンシャルが十分低く、土壌が飽和時の値）の比を計算に使用し、根密度は植物による吸水の計算に使用する。計測して得られた値を計算に適用した。ここでは、ツルヨシに対応する値として表-3 の数値を用いた。

(4) **計算条件** 所定 (0.3~2.0m の 5 段階) の比高を設定し、上記(1)の砂層が地表まで堆積しているものとする。表層は設定せず、表-3 の様に根が地表からあるものとした。(2)の晴天気象条件を与え続け、Campbell¹⁾の計算方法を用いた鷺見ら²⁾の SPAC の計算により、蒸散量を主にモニターすることとした。

4. 解析結果および考察

図-2 は一日ごとの蒸散量を 30 日間見たものである。どの比高でも 2-3 日でほぼ定常状態となった。比高が低い場合、例えば比高 0.3m では、蒸散量は約 3mm/day と一定の値を保ち、伏流水から水がふんだんに供給されていることがわかる。逆に比高が 1m 程度になると蒸散量が 0 に近くなり、伏流水からの吸い上げが抑制される。このことは、ツルヨシの生息場が比高 1.5m 付近までに収まっていることと対応する。図-3 は、土壌の違いによる比高 0.3m での日蒸発散量の変化である。いずれの材料もほぼ同じ透水係数とみなせることから、これらの違いは土壌水分特性による違いと見ることができ、それは①の方が他の材料より高い水分保持特性（高い負圧でも相対的に高い水分量を持つことができる）を持つことと対応し、①が最も高い蒸散量となっている。一方一日の蒸散速度の動き（図-4）をみると、比高が高くなる程、蒸散量の平均値の低下と共に、日応答が悪くなる。これは、日射による変動幅は、水分供給の多少と強く関係していることを示している。

5. おわりに

蒸散量は砂材料と比高に強く影響され、その規制はとくに比高によるものであることが本検討で定性的に示すことができた。本検討はあくまでも、蒸散モデルをもちいたものでありいくつかのパラメータの仮定が持ち込まれている。今後は実データに基づいたそれらの修正を行うとともに、①層構造による上記の特性への影響、②異なる植生、③水平流動への影響の評価、等を行ってゆく必要がある。

(参考文献) 1) Campbell:パソコンで学ぶ土の物理学, 鹿島出版, 1987. 2) 鷺見・恒川・辻本: 木津川砂州における植物生育場の表層物理環境と物質輸送に関する研究, 河川技術論文集, Vol.9, pp.389-394, 2003

表-3 植物のパラメータ

葉面積指数		6.53
根密度 (cm/cm ³)	0-10cm	7.18
	10-20cm	3.73
	20-30cm	2.93
	30-40cm	0.18
	40-50cm	0.14
	50-60cm	0.06

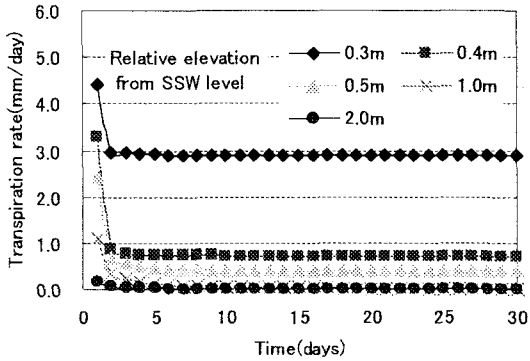


図-2 一日ごとの蒸散量

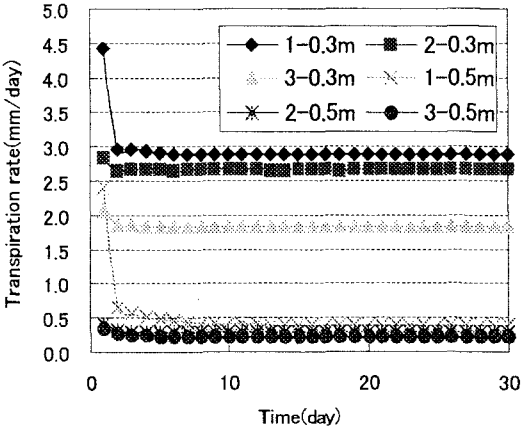


図-3 比高 0.3m と 0.5m での日蒸散量

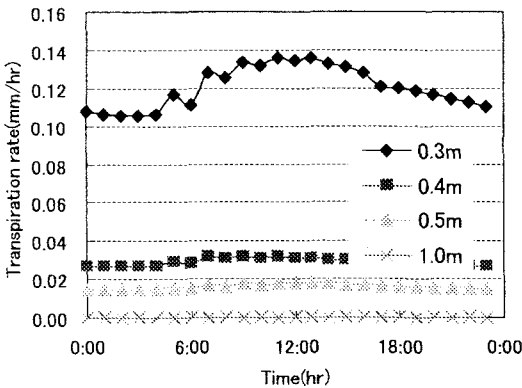


図-4 一日の蒸散速度