

天竜川砂州の伏流水流動と温度環境及び水質に関する研究

大同工業大学 学生会員 光部 昭彦 大同工業大学 山門 隆史 大同工業大学 正会員 ○鷺見 哲也

1. はじめに

河川の生物の、生息分布や生息の可否に対しては、水質と共に水温も重要になってくる。例を挙げれば、ダムや堰における取水は、下流の水質および水温環境に影響を与えてしまう。河川水温は流れる中で水と周辺の熱環境によって変化する。例えば、日射による地熱の温度上昇、気温によって加熱・冷却など影響の他に、砂州伏流水との水交換による水温調節も行われている可能性がある(図1)。しかしながら、砂州での流動や水質に関する調査事例はあるが、水温形成に関するものは殆どみあたらない。

そこで本研究では、天竜川河口から9km付近の砂州において、季節毎の現地調査(地形測量、気象・熱・水温・水質観測、現地透水試験)を行い、伏流水の流動と熱環境の分布特性を計測することによって上記の現象やプロセスを明らかにする。また、イオン分析計等によって伏流水中の水質の変化を把握することも目的とする。

2. 調査地点概要

調査箇所(図3)は、約9km地点の左岸の砂州とした。この場所には、砂州とわんどが存在し、調査を行うための砂州を挟んでいる水位差がある条件を満たしている。砂州は礫(粒径10cm程度)で構成され、本川は急流でわんどの出口と接続し、わんどの水面はほぼ水平であり、本川とわんど間に水位差がみられ伏流が強いことが期待される。

3. 調査方法

熱環境観測調査は2006年と2007年の2年に亘り夏季・冬季にそれぞれ計測した。06年夏は昼間の瞬時計測とし、他は24時間以上の連続観測とした。調査では、砂州の地形、水位、水温及び水質調査、熱環境の計測、気象観測を行った。地形データはGPS(+DGPS)受信機とレーザーレベルを用いて観測した。水位の観測は、塩ビパイプ製の井戸や杭を打ち用いた。熱環境観測は、地温・水温を横断線に沿って連続計測する一方で、気象観測についても風向風速及び湿温度を、1分間隔で自動記録を行う。冬季の気象観測では、放射収支計・データロガーによる熱放射の観測を、5分間隔の自動記録を行った。一方、ポンプと差圧マノメーターを用いての現地透水試験も行った。水質調査は07年のみ行い、pH、EC、D0をポータブル電気伝導率・pH計による計測の他、各地点で採水し、イオン分析計で陰イオンを分析した。

4. 調査結果及び考察

現地透水性試験の結果から不圧帯水層と仮定して、井戸から揚水する時の揚水量を求める方程式¹⁾を用いて透水係数 K を求める。次に、その透水係数 K を用いて、実測流 v と砂州の横断時間 T を求める。有効間隙率 S は円筒座標系の井戸の非定常問題を解く方法で浸透計算²⁾を行い、差圧マノメータの変化をキーワード 天竜川、水温、熱環境、砂州、浸透、水質

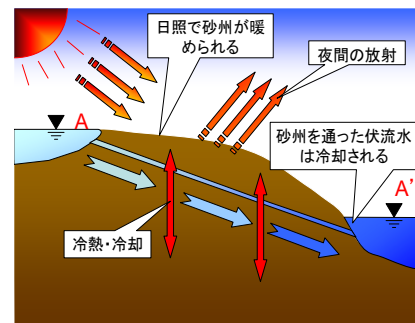


図1 砂州の温度調節効果

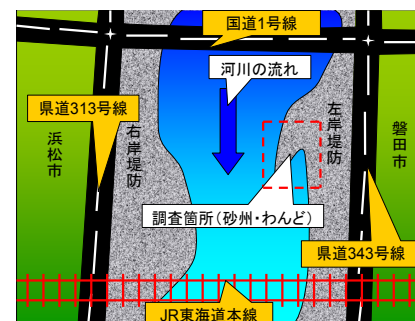


図2 調査地点周辺概略図

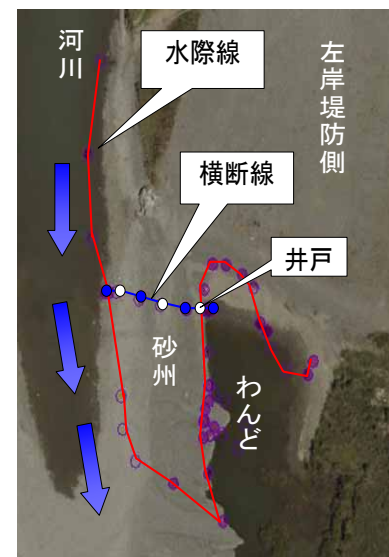


図3 砂州の地形

表1 透水計算結果

観測年	2007年	2006年
透水係数 $K(\text{cm/s})$	7.12	2.26
間隙率 S	0.371	
勾配 I	1/79	1/69
距離 $L(\text{m})$	37	35
実測流 $v(\text{cm/s})$	0.243	0.088
砂州の横断時間 $T(\text{h})$	4.23	11.01

合わせる様に求めた。計算し比較した結果(表1)から、透水性は非常に高く、06年よりも07年の方が透水係数・浸透速度共に速く、砂州を横断する時間は4時間程度と非常に短いと推測され、浸透速度に変化が見られた。これは、出水によって土砂が交換した影響が考えられる。

図3は2007年夏季のGPSで計測した水際線(赤線)、横断線(青線)井戸(白点)を航空写真に示したものである。この時の砂州を横断する伏流水の勾配は約1/79、河川とわんどの水位差は0.4m、横断距離は約37mであった。

砂州の横断図及び浸透水の温度変化を示す。夏季(図4)は06年瞬時値と、07年の温度幅データを比較して示している。湧水部の水温に約3℃の差が出ている。理由として、06年の伏流水面より、07年の伏流水面が約30cm下を流れている。これにより、06年は昼間の日射の影響を受け、水温上昇してしまったと考えられる。次に06年、07年の冬季の温度幅(図5)を見てみると、水温が浸透していくにつれ、安定化すると共に上昇している。これは、日射ではなく、深部地温の影響を受け上昇したと考えられる。

夏季は06年と07年では、わんどに流入する湧水の水温に違いがみられた。変化する要因として伏流水までの層厚が考えられる。冬季では、浸透水は、地熱の影響を受け、出口に向かって温められていた安定化することがわかった。

井戸及びたまりの水質検査の結果のうち、栄養塩である亜硝酸、硝酸に注目する(表2)。夏季は、中間点から出口までの間で、硝酸の値が3.360mg/Lから3.140mg/Lと減っている。冬季は、入口から出口の間で、硝酸の値が3.370mg/Lから0.667mg/Lと減っており、浸透していくにつれて浄化されていると考えられる。ECの値も下降していることから、浄化機能を有している事がわかった。

5. まとめ

調査の結果、夏の昼間の観察では、当初、砂州は河川の水を冷却・安定化すると考えていたが、06年時の浅い不飽和層厚では、逆に温めてしまっていた。しかし、河川氾濫により砂州の層厚が厚く変化した07年では、冷却・安定化してわんどに流入していた。冬季では、河川の水温は温められながら安定化してわんどに流入していた。また、砂州には河川水を浄化させる機能を持っていることが水質調査でわかった。今後は、これらの効果の河川に与える影響を定量的に評価していく。

参考文献

- 1) 石原研而：第2版土質力学，2001，pp. 99－106. 2) 林 泰造：基礎水理学，1996，pp. 291－294.

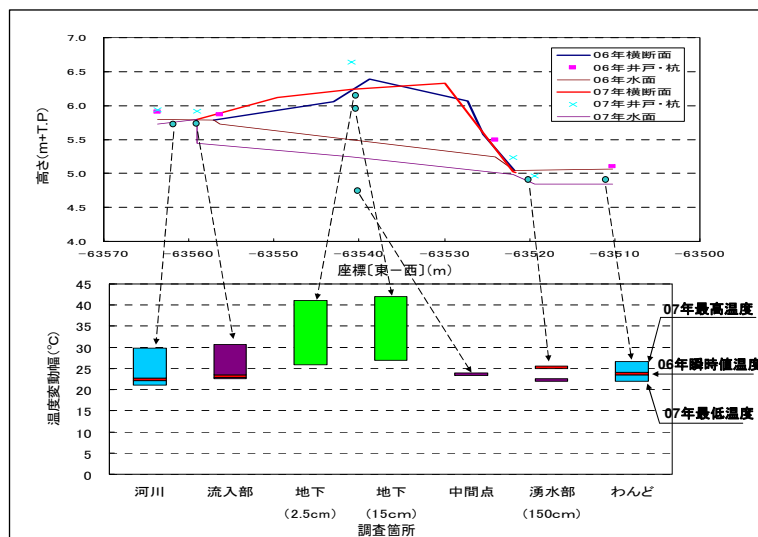


図4 砂州の水温変化（夏季）

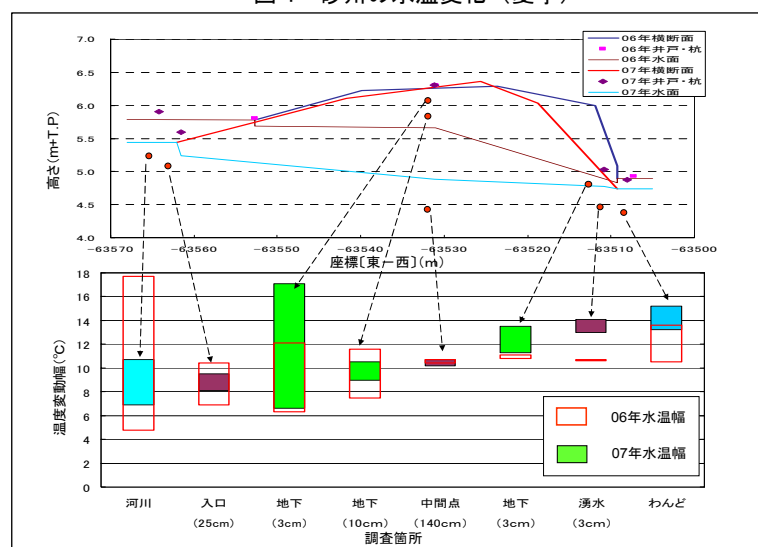


図5 砂州の水温変化（冬季）

表2 水質データ（2007年度）

場所	水質データ(mg/L)			
	夏季		冬季	
	亜硝酸(NO ₂)	硝酸(NO ₃)	亜硝酸(NO ₂)	硝酸(NO ₃)
河川	0.139	4.360	0.057	2.810
井戸(入口)	0.000	2.330	0.000	3.730
井戸(中間点)	0.000	3.360	0.000	3.940
井戸(出口)	0.000	3.140	0.000	0.667
わんど	0.000	4.160	0.032	2.640