

## 矢作川における取水に伴う河床堆積層の透水性の変動要因

名城大学大学院 学生会員 手嶋 健浩  
名城大学理工学部 正会員 原田 守博

### 1. はじめに

河川からの水源の取水には、河川水を堰や水門によって直接取水する場合と、堤外地に揚水井や集水暗渠(取水埋管)を設置して伏流水を取水する場合がある。後者は河川の濁度が高い場合に採用されるが、取水量は河床堆積層の透水性に影響を受ける。本研究では、こうした河床を通じた河川水の取水施設を対象として、取水量に影響を及ぼす河床堆積層の透水性の変動要因について考察する。

### 2. 研究対象地点

本研究では、図-1に示すように矢作川中流部に位置する水源取水施設を対象とする。矢作川は濁度が高いため、この施設では河床堆積層中に埋管を設置し、河床を浸透し過した伏流水を取水している。この施設は1日当たり1万 $m^3$ を超える水利権を所有しているが、河床の透水性が一定でないため、計画取水量の年間を通しての確保が困難な場合がある。以下では、河床堆積層の透水性の変動要因を分析し、透水性が低下するメカニズムを解明する。

### 3. 河床堆積層の透水性の評価方法

河床堆積層の透水係数は、取水量と水位のデータをもとに Darcy 則を用いて次式によって逆算することができる。

$$k = \frac{QL}{A(h_r - h_p)} \quad (1)$$

ここに、 $k$ : 透水係数、 $Q$ : 取水量、 $A$ : 取水埋管の集水面積、 $L$ : 堆積層厚、 $h_r$ : 河川水位、 $h_p$ : 取水塔水位である(図-2参照)。

式(1)から長期間の透水係数を算出した結果が図-3の黒線である。透水係数は多孔体の透過性と流体の性質の両者に影響を受けることから、水温を15に補正した結果が図中の赤線である。両者を比較すると、式(1)による透水係数(黒線)は、河川水温が高い夏に赤線より大きく、冬は小さめになっていることが分かる。このように河川水の透水問題では、水温が安定な地下水の場合と異なり、透水係数への水温の影響を評価しておく必要がある。

図-3によると、温度補正された透水係数は、なお複雑な変動を示している。こうした透水係数の変動がどのような理由によって生じているか、その支配要因について検討する。

### 4. 河床堆積層の透水係数の影響要因

河床の透水係数の変動要因には、水温のほか、河川流量、取水に伴う堆積層の土粒子移動、河川水中の濁質による目詰まりが考えられる。要因は、流量の増加により流速が増し、河床表面に形成された透水性の低い濁質層が剥ぎ取ら



図-1 取水施設の概要

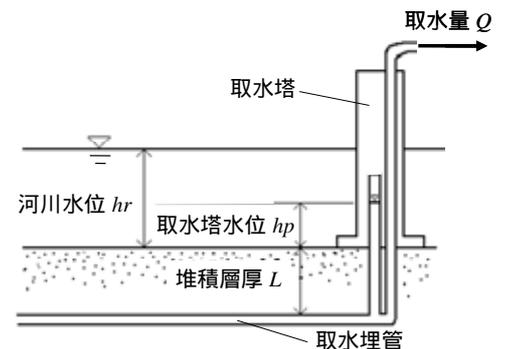


図-2 取水施設の模式図(断面A-B)

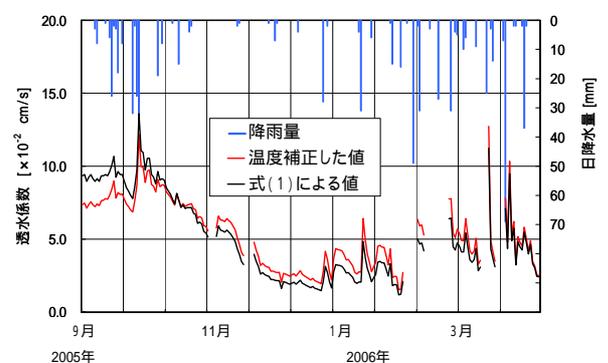


図-3 水温で温度補正した透水係数の変化

キーワード：河床堆積層，透水係数，目詰まり，透水実験

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

れ、透水係数が一時的に回復するもので、図 - 3 に見られる降雨時の透水係数の増加がこれに相当する。図 - 4 は、河川水位と取水量が一定の期間における、温度補正された透水係数の変化を示したものである。図のように連続的な取水により透水係数は低下する傾向にある。これは要因 すなわち、堆積層中の土粒子が移動することに加え、濁質によって目詰まりを起こしたためと推察される。以下では、これらの現象を現地の河床土砂と河川水を用いて実験的に再現し、上記の推察が妥当であるか否か検証する。

5. 濁質の投入に伴う透水係数の低下過程に関する透水実験

透水に伴う粒子移動と濁質の目詰まりによる透水係数の変化過程を再現するため、JIS 規格に基づいた定水位透水試験を行った。実験において、まず濁質を含まない清水を透過させると、土粒子の移動によって透水係数は時間とともに低下していく。この低下過程が収束するには相当の時間を要するため、実験では上流側の水頭を高くすることによって低下に要する時間を早める工夫を施した。つぎに、透水係数値が安定したのを確認した後で濁水を投入し、濁質による目詰まり現象の再現実験を試みた。現地における3箇所の採取土砂について同様な透水試験を実施した。

6. 濁質の投入実験の結果と透水係数の低下要因の検証

現地の試料に対する目詰まり実験の結果を図 - 5 に示す。実験では、半日分の取水量に相当する河川水 60 リットル分の濁質を計3回投入した。図から明らかなように、透水係数は濁質の投入により階段状に減少しており、河川水中の濁質が堆積層の透水性を低下させる重要な要因であることが示された。なお、透水係数の低下幅は土砂の採取地点によって異なっている。

この実験結果が濁質による目詰まりに起因することを実証するために、濁質の投入による試料の粒度分布の変化を調べた。ここでは、濁質が捕捉される堆積層の表層厚さを例えば 1mm と仮定し、濁質を3回にわたって加えた場合の粒径加積曲線をそれぞれ求め、20% 粒径  $D_{20}$  の変化を読み取った。一方、実験において得られた透水係数の値から、Creager の関係式： $k = 0.359D'_{20}{}^{2.327}$  <sup>1)</sup> によって20% 粒径  $D'_{20}$  の値を逆算した。図 - 6 はこれら2種類の20% 粒径について対応関係を調べたものである。図において両者は強い相関を示しており、透水係数の低下が濁質の目詰まりに起因することが粒度分布の変化からも裏付けられた。

7. おわりに

現地において見られた河床堆積層の透水性の変動は、河川水温、河川流量、透水に伴う土粒子の移動、濁質の目詰まり等に起因することが示された。今後、河床堆積層を通じて河川水を効率的に取水するためには、こうした要因による河床の透水性の変化を予測するモデルを構築する必要がある。

1) 地盤工学会(2000):「土質試験の方法と解説」,p.84 より。

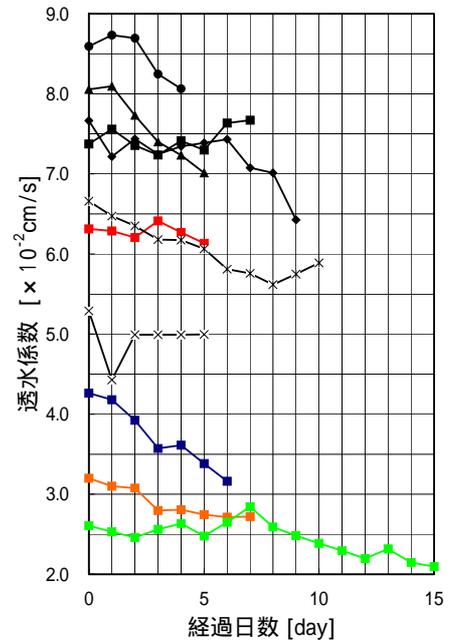


図 - 4 取水に伴う透水係数の変化 (現地データ)

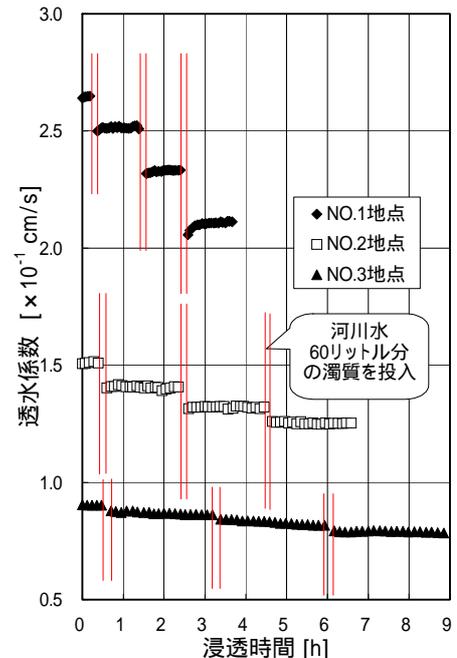


図 - 5 濁質投入に伴う透水係数の変化 (実験結果)

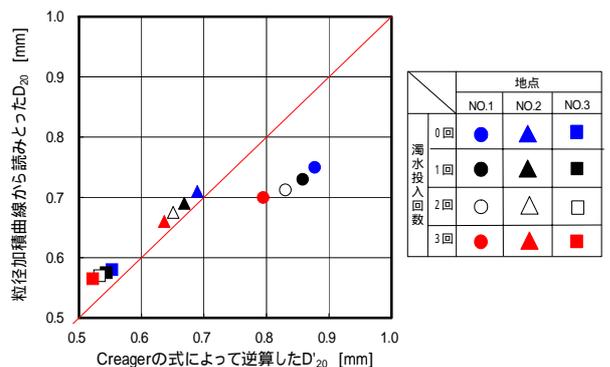


図 - 6 透水係数の変化と粒度分布との係わり